

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Universal serial bus interfaces for data and power –
Part 1-3: Common components – USB Type-C® Cable and Connector
Specification**

**Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation
électrique –
Partie 1-3: Composants communs – Spécification des câbles et connecteurs
USB Type-C®**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.120.20; 33.120.30; 35.200

ISBN 978-2-8322-5289-5

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

UNIVERSAL SERIAL BUS INTERFACES FOR DATA AND POWER –

Part 1-3: Common components – USB Type-C® Cable and Connector Specification

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62680-1-3 has been prepared by technical area 18: Multimedia home systems and applications for end-user networks, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

The text of this standard was prepared by the USB Implementers Forum (USB-IF). The structure and editorial rules used in this publication reflect the practice of the organization which submitted it.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
100/3715/CDV	100/3762/RVC

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

A list of all parts in the IEC 62680 series, published under the general title *Universal serial bus interfaces for data and power*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The IEC 62680 series is based on a series of specifications that were originally developed by the USB Implementers Forum (USB-IF). These specifications were submitted to the IEC under the auspices of a special agreement between the IEC and the USB-IF.

This standard is the USB-IF publication Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification Revision 2.0.

The USB Implementers Forum, Inc.(USB-IF) is a non-profit corporation founded by the group of companies that developed the Universal Serial Bus specification. The USB-IF was formed to provide a support organization and forum for the advancement and adoption of Universal Serial Bus technology. The Forum facilitates the development of high-quality compatible USB peripherals (devices), and promotes the benefits of USB and the quality of products that have passed compliance testing.

ANY USB SPECIFICATIONS ARE PROVIDED TO YOU "AS IS, "WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE. THE USB IMPLEMENTERS FORUM AND THE AUTHORS OF ANY USB SPECIFICATIONS DISCLAIM ALL LIABILITY, INCLUDING LIABILITY FOR INFRINGEMENT OF ANY PROPRIETARY RIGHTS, RELATING TO USE OR IMPLEMENTATION OR INFORMATION IN THIS SPECIFICATION.

THE PROVISION OF ANY USB SPECIFICATIONS TO YOU DOES NOT PROVIDE YOU WITH ANY LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

Entering into USB Adopters Agreements may, however, allow a signing company to participate in a reciprocal, RAND-Z licensing arrangement for compliant products. For more information, please see:

<https://www.usb.org/documents>

IEC DOES NOT TAKE ANY POSITION AS TO WHETHER IT IS ADVISABLE FOR YOU TO ENTER INTO ANY USB ADOPTERS AGREEMENTS OR TO PARTICIPATE IN THE USB IMPLEMENTERS FORUM."

Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification

**Release 2.1
May 2021**

**Copyright © 2014-2021, USB 3.0 Promoter Group:
Apple Inc., HP Inc., Intel Corporation, Microsoft
Corporation, Renesas, STMicroelectronics, and Texas Instruments
All rights reserved.**

NOTE: Adopters may only use the USB Type-C® cable and connector to implement USB or third-party functionality as expressly described in this Specification; all other uses are prohibited.

LIMITED COPYRIGHT LICENSE: The USB 3.0 Promoters grant a conditional copyright license under the copyrights embodied in the USB Type-C Cable and Connector Specification to use and reproduce the Specification for the sole purpose of, and solely to the extent necessary for, evaluating whether to implement the Specification in products that would comply with the specification. Without limiting the foregoing, use of the Specification for the purpose of filing or modifying any patent application to target the Specification or USB compliant products is not authorized. Except for this express copyright license, no other rights or licenses are granted, including without limitation any patent licenses. In order to obtain any additional intellectual property licenses or licensing commitments associated with the Specification a party must execute the USB 3.0 Adopters Agreement. NOTE: By using the Specification, you accept these license terms on your own behalf and, in the case where you are doing this as an employee, on behalf of your employer.

INTELLECTUAL PROPERTY DISCLAIMER

THIS SPECIFICATION IS PROVIDED TO YOU “AS IS” WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE. THE AUTHORS OF THIS SPECIFICATION DISCLAIM ALL LIABILITY, INCLUDING LIABILITY FOR INFRINGEMENT OF ANY PROPRIETARY RIGHTS, RELATING TO USE OR IMPLEMENTATION OF INFORMATION IN THIS SPECIFICATION. THE PROVISION OF THIS SPECIFICATION TO YOU DOES NOT PROVIDE YOU WITH ANY LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

All implementation examples and reference designs contained within this Specification are included as part of the limited patent license for those companies that execute the USB 3.0 Adopters Agreement.

USB Type-C®, USB-C® and USB4™ are trademarks of the Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF). DisplayPort™ is a trademark of VESA. All product names are trademarks, registered trademarks, or service marks of their respective owners.

Thunderbolt™ is a trademark of Intel Corporation. You may only use the Thunderbolt™ trademark or logo in conjunction with products designed to this specification that complete proper certification and executing a Thunderbolt™ trademark license – see usb.org/compliance for further information.

CONTENTS

Specification Work Group Chairs / Specification Editors.....	19
Specification Work Group Contributors	19
Pre-Release Draft Industry Reviewing Companies That Provided Feedback	25
Revision History.....	25
1 Introduction	26
1.1 Purpose	26
1.2 Scope.....	26
1.3 Related Documents	26
1.4 Conventions	27
1.4.1 Precedence	27
1.4.2 Keywords	27
1.4.3 Numbering.....	28
1.5 Terms and Abbreviations.....	28
2 Overview	33
2.1 Introduction	33
2.2 USB Type-C Receptacles, Plugs and Cables.....	34
2.3 Configuration Process	35
2.3.1 Source-to-Sink Attach/Detach Detection	35
2.3.2 Plug Orientation/Cable Twist Detection.....	36
2.3.3 Initial Power (Source-to-Sink) Detection and Establishing the Data (Host-to-Device) Relationship	36
2.3.4 USB Type-C VBUS Current Detection and Usage	37
2.3.5 USB PD Communication	37
2.3.6 Functional Extensions	37
2.4 VBUS	38
2.5 VCONN	38
2.6 Hubs	39
3 Mechanical.....	40
3.1 Overview	40
3.1.1 Compliant Connectors	40
3.1.2 Compliant Cable Assemblies	40
3.1.3 Compliant USB Type-C to Legacy Cable Assemblies.....	41
3.1.4 Compliant USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies.....	41
3.2 USB Type-C Connector Mating Interfaces	42
3.2.1 Interface Definition	42
3.2.2 Reference Designs	63
3.2.3 Pin Assignments and Descriptions.....	71
3.3 Cable Construction and Wire Assignments	72
3.3.1 Cable Construction (Informative)	72
3.3.2 Wire Assignments.....	74
3.3.3 Wire Gauges and Cable Diameters (Informative)	75
3.4 Standard USB Type-C Cable Assemblies	77
3.4.1 USB Full-Featured Type-C Cable Assembly.....	77
3.4.2 USB 2.0 Type-C Cable Assembly	78
3.4.3 USB Type-C Captive Cable Assemblies.....	79
3.4.4 USB Type-C Thumb Drive Assemblies.....	79
3.5 Legacy Cable Assemblies	79

3.5.1	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Cable Assembly	80
3.5.2	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-A Cable Assembly	82
3.5.3	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly	83
3.5.4	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly	84
3.5.5	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly	85
3.5.6	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly	86
3.5.7	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly	87
3.6	Legacy Adapter Assemblies	88
3.6.1	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly	88
3.6.2	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly	90
3.7	Electrical Characteristics	91
3.7.1	Raw Cable (Informative)	91
3.7.2	USB Type-C to Type-C Passive Cable Assemblies (Normative)	92
3.7.3	Mated Connector (Informative – USB 3.2 Gen2 and USB4 Gen2)	111
3.7.4	Receptacle Connector SI Requirements and Testing (Normative – USB4 Gen3)	114
3.7.5	USB Type-C to Legacy Cable Assemblies (Normative)	115
3.7.6	USB Type-C to USB Legacy Adapter Assemblies (Normative)	119
3.7.7	Shielding Effectiveness Requirements (Normative)	120
3.7.8	DC Electrical Requirements (Normative)	122
3.8	Mechanical and Environmental Requirements (Normative)	125
3.8.1	Mechanical Requirements	126
3.8.2	Environmental Requirements	131
3.9	Docking Applications (Informative)	132
3.10	Implementation Notes and Design Guides	133
3.10.1	EMC Management (Informative)	133
3.10.2	Stacked and Side-by-Side Connector Physical Spacing (Informative)	135
3.10.3	Cable Mating Considerations (Informative)	136
3.11	Extended Power Range (EPR) Cables	136
3.11.1	Electrical Requirements	136
3.11.2	EPR Cable Identification Requirements	137
4	Functional	138
4.1	Signal Summary	138
4.2	Signal Pin Descriptions	138
4.2.1	SuperSpeed USB Pins	138
4.2.2	USB 2.0 Pins	138
4.2.3	Auxiliary Signal Pins	139
4.2.4	Power and Ground Pins	139
4.2.5	Configuration Pins	139
4.3	Sideband Use (SBU)	139
4.4	Power and Ground	139
4.4.1	IR Drop	139
4.4.2	V _{BUS}	140
4.4.3	V _{CONN}	142
4.5	Configuration Channel (CC)	147
4.5.1	Architectural Overview	147
4.5.2	CC Functional and Behavioral Requirements	160
4.5.3	USB Port Interoperability Behavior	195
4.6	Power	213

4.6.1	Power Requirements during USB Suspend	214
4.6.2	VBUS Power Provided Over a USB Type-C Cable	215
4.7	USB Hubs	220
4.8	Power Sourcing and Charging	221
4.8.1	DFP as a Power Source	221
4.8.2	Non-USB Charging Methods	223
4.8.3	Sinking Host	223
4.8.4	Sourcing Device	224
4.8.5	Charging a System with a Dead Battery	224
4.8.6	USB Type-C Multi-Port Chargers	224
4.9	Electronically Marked Cables	227
4.9.1	Parameter Values	228
4.9.2	Active Cables	228
4.10	VCONN-Powered Accessories (VPAs) and VCONN-Powered USB Devices (VPDs)	228
4.10.1	VCONN-Powered Accessories (VPAs)	228
4.10.2	VCONN-Powered USB Devices (VPDs)	229
4.11	Parameter Values	230
4.11.1	Termination Parameters	230
4.11.2	Timing Parameters	232
4.11.3	Voltage Parameters	235
5	USB4 Discovery and Entry	237
5.1	Overview of the Discovery and Entry Process	237
5.2	USB4 Functional Requirements	238
5.2.1	USB4 Host Functional Requirements	238
5.2.2	USB4 Device Functional Requirements	238
5.2.3	USB4 Alternate Mode Support	238
5.2.3.1	USB4 Alternate Mode Support on Hosts	238
5.2.3.2	USB4 Alternate Mode Support on Hubs and USB4-based Docks	238
5.3	USB4 Power Requirements	238
5.3.1	Source Power Requirements	239
5.3.2	Sink Power Requirements	239
5.3.3	Device Power Management Requirements	239
5.4	USB4 Discovery and Entry Flow Requirements	240
5.4.1	USB Type-C Initial Connection	240
5.4.2	USB Power Delivery Contract	240
5.4.3	USB4 Discovery and Entry Flow	240
5.4.3.1	USB4 Device Discovery (SOP)	241
5.4.3.2	USB4 Cable Discovery (SOP')	242
5.4.3.3	USB4 Operational Entry	244
5.4.4	USB4 Post-Entry Operation	244
5.4.4.1	During USB4 Operation	244
5.4.4.2	Exiting USB4 Operation	244
5.5	USB4 Hub Connection Requirements	244
5.5.1	USB4 Hub Port Initial Connection Requirements	245
5.5.2	USB4 Hub UFP and Host Capabilities Discovery	245
5.5.3	Hub DFP Connection Requirements	246
5.5.3.1	Speculative Connections	246
5.5.3.2	Operational Connections	246

- 5.5.4 Hub Ports Connection Behavior Flow Examples 246
- 5.5.5 Connecting to Downstream USB4 Hubs 252
- 5.5.6 Fallback Functional Requirements for USB4 Hubs 252
- 5.6 USB4 Device Connection Requirements 252
 - 5.6.1 Fallback Mapping of USB4 Peripheral Functions to USB Device Class Types 252
- 5.7 Parameter Values 253
 - 5.7.1 Timing Parameters 253
- 6 Active Cables 255
 - 6.1 USB Type-C State Machine 257
 - 6.2 USB PD Requirements 257
 - 6.2.1 Active Cable USB PD Requirements 259
 - 6.2.2 USB PD Messages for OIAC 260
 - 6.2.3 Short Active Cable Behaviors in Response to Power Delivery Events 270
 - 6.3 OIAC Connection Flow and State Diagrams 270
 - 6.3.1 OIAC Connection Flow – Discovery – Phase 1 271
 - 6.3.2 OIAC Connection Flow – Reboot – Phase 2 272
 - 6.3.3 OIAC Connection Flow – Configuration – Phase 3 273
 - 6.3.4 OIAC Connection State Diagram Plug-A 276
 - 6.3.5 OIAC Connection State Diagram Plug-B 283
 - 6.4 Active Cable Power Requirements 288
 - 6.4.1 VBUS Requirements 288
 - 6.4.2 OIAC VBUS Requirements 288
 - 6.4.3 USB PD Rules in Active State 289
 - 6.4.4 VCONN Requirements 290
 - 6.5 Mechanical 290
 - 6.5.1 Thermal 290
 - 6.5.2 Plug Spacing 291
 - 6.6 Electrical Requirements 291
 - 6.6.1 Shielding Effectiveness Requirement 291
 - 6.6.2 Low Speed Signal Requirement 291
 - 6.6.3 USB 2.0 292
 - 6.6.4 USB 3.2 293
 - 6.6.5 USB4 299
 - 6.6.6 Return Loss 312
 - 6.7 Active Cables That Support Alternate Modes 312
 - 6.7.1 Discover SVIDs 312
 - 6.7.2 Discover Modes 313
 - 6.7.3 Enter/Exit Modes 313
 - 6.7.4 Power in Alternate Modes 313
- A Audio Adapter Accessory Mode 314
 - A.1 Overview 314
 - A.2 Detail 314
 - A.3 Electrical Requirements 315
 - A.4 Example Implementations 316
 - A.4.1 Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter – Single Pole Detection Switch 316
 - A.4.2 3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through 317
- B Debug Accessory Mode 319

B.1	Overview	319
B.2	Functional	319
B.2.1	Signal Summary	320
B.2.2	Port Interoperability	320
B.2.3	Debug Accessory Mode Entry	320
B.2.4	Connection State Diagrams	321
B.2.5	DTS Port Interoperability Behavior	329
B.2.6	Orientation Detection	337
B.3	Security/Privacy Requirements:	338
C	USB Type-C Digital Audio	339
C.1	Overview	339
C.2	USB Type-C Digital Audio Specifications	339
D	Thermal Design Considerations for Active Cables	341
D.1	Introduction	341
D.2	Model	341
D.2.1	Assumptions	341
D.2.2	Model Architecture	342
D.2.3	Heat Sources	342
D.2.4	Heat Flow	343
D.3	USB 3.2 Single Lane Active Cable	344
D.3.1	USB 3.2 Single-Lane Active Cable Design Considerations	344
D.4	Dual-Lane Active Cables	346
D.4.1	USB 3.2 Dual-Lane Active Cable Design Considerations	347
D.4.2	USB 3.2 Dual-Lane Active Cable in a Multi-Port Configuration	349
D.5	USB 3.2 Host and Device Design Considerations	350
D.5.1	Heat Spreading or Heat Sinking from Host or Device	350
D.5.2	Motherboard Temperature Control	351
D.5.3	Wider Port Spacing for Multi-Port Applications	351
D.5.4	Power Policies	351
E	Alternate Modes	352
E.1	Alternate Mode Architecture	352
E.2	Alternate Mode Requirements	352
E.2.1	Alternate Mode Pin Reassignment	353
E.2.2	Alternate Mode Electrical Requirements	353
E.3	Parameter Values	356
E.4	Example Alternate Mode – USB DisplayPort™ Dock	356
E.4.1	USB DisplayPort™ Dock Example	357
E.4.2	Functional Overview	357
E.4.3	Operational Summary	358
F	Thunderbolt 3 Compatibility Discovery and Entry	360
F.1	TBT3 Compatibility Mode Functional Requirements	360
F.1.1	TBT3-Compatible Power Requirements	360
F.1.2	TBT3-Compatible Host Requirements	360
F.1.3	TBT3-Compatible Device Upstream Requirements	360
F.1.4	TBT3-Compatible Device Downstream Requirements	360
F.1.5	TBT3-Compatible Self-Powered Device Without Predefined Upstream Port Rules	361
F.1.6	TBT3-Compatible Devices with a Captive Cable	361
F.2	TBT3 Discovery and Entry Flow	361

F.2.1	TBT3 Passive Cable Discover Identity Responses	363
F.2.2	TBT3 Active Cable Discover Identity Responses	365
F.2.3	TBT3 Device Discover Identity Responses	368
F.2.4	TBT3 Discover SVID Responses	369
F.2.5	TBT3 Device Discover Mode Responses	370
F.2.6	TBT3 Cable Discover Mode Responses	371
F.2.7	TBT3 Cable Enter Mode Command	372
F.2.8	TBT3 Device Enter Mode Command	373
F.2.9	TBT3 Cable Functional Difference Summary	374
G	Extracting Pulse Response from Sampled Data and Calculating Non-Linearity Noise	375
H	USB PD High-Voltage Design Considerations	377
H.1	Potential for Arcing Damage During Cable Withdrawal	377
H.2	USB Type-C Cable Withdrawal Arcing Due to Sink Discharge	377
H.3	Mitigating Arcing Damage During Cable Withdrawal	379
H.3.1	Limiting Sink Discharge Rate	380
H.3.2	Load Removal	381
H.3.3	Limiting Source Current Capability	383

FIGURES

Figure 2-1	USB Type-C Receptacle Interface (Front View)	33
Figure 2-2	USB Full-Featured Type-C Plug Interface (Front View)	34
Figure 3-1	USB Type-C Receptacle Interface Dimensions	45
Figure 3-2	Reference Design USB Type-C Plug External EMC Spring Contact Zones	48
Figure 3-3	USB Full-Featured Type-C Plug Interface Dimensions	49
Figure 3-4	Reference Footprint for a USB Type-C Vertical Mount Receptacle (Informative)	52
Figure 3-5	Reference Footprint for a USB Type-C Dual-Row SMT Right Angle Receptacle (Informative)	53
Figure 3-6	Reference Footprint for a USB Type-C Hybrid Right-Angle Receptacle (Informative)	54
Figure 3-7	Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Dual-Row SMT Receptacle (Informative)	55
Figure 3-8	Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Hybrid Receptacle (Informative)	56
Figure 3-9	Reference Footprint for a USB 2.0 Type-C Through Hole Right Angle Receptacle (Informative)	57
Figure 3-10	Reference Footprint for a USB 2.0 Type-C Single Row Right Angle Receptacle (Informative)	58
Figure 3-11	USB 2.0 Type-C Plug Interface Dimensions	60
Figure 3-12	USB Type-C Plug EMC Shielding Spring Tip Requirements	63
Figure 3-13	Reference Design of Receptacle Mid-Plate	64
Figure 3-14	Reference Design of the Retention Latch	64
Figure 3-15	Illustration of the Latch Soldered to the Paddle Card Ground	65
Figure 3-16	Reference Design of the USB Full-Featured Type-C Plug Internal EMC Spring	66
Figure 3-17	Reference Design of the USB 2.0 Type-C Plug Internal EMC Spring	67
Figure 3-18	Reference Design of Internal EMC Pad	68
Figure 3-19	Reference Design of a USB Type-C Receptacle with External EMC Springs	69
Figure 3-20	Reference Design for a USB Full-Featured Type-C Plug Paddle Card	70
Figure 3-21	Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example with Vconn	73
Figure 3-22	Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example without Vconn	73
Figure 3-23	USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly	77
Figure 3-24	USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly	80
Figure 3-25	USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly	82
Figure 3-26	USB Type-C to USB 3.1 Standard-B Cable Assembly	83

Figure 3-27 USB Type-C to USB 2.0 Standard-B Cable Assembly	84
Figure 3-28 USB Type-C to USB 2.0 Mini-B Cable Assembly	85
Figure 3-29 USB Type-C to USB 3.1 Micro-B Cable Assembly	86
Figure 3-30 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Cable Assembly	87
Figure 3-31 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly	88
Figure 3-32 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly	90
Figure 3-33 Illustration of Test Points for a Mated Cable Assembly	92
Figure 3-34 Recommended Differential Insertion Loss Requirement (USB 3.2 Gen2 and USB4 Gen2)	93
Figure 3-35 Recommended Differential Return Loss Requirement	93
Figure 3-36 Recommended Differential Crosstalk Requirement	94
Figure 3-37 Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Requirement between USB D+/D- Pair and TX/RX Pair	94
Figure 3-38 Recommended Differential Insertion Loss Requirement (USB4 Gen3)	95
Figure 3-39 Illustration of Insertion Loss Fit at Nyquist Frequency	96
Figure 3-40 Input Pulse Spectrum	96
Figure 3-41 IMR Limit as Function of ILfitatNq	97
Figure 3-42 IRL Limit as Function of ILfitatNq	99
Figure 3-43 Differential-to-Common-Mode Conversion Requirement	99
Figure 3-44 IMR Limit as Function of ILfit at 10 GHz (USB4 Gen3)	102
Figure 3-45 Definition of Port, Victim, and Aggressor	103
Figure 3-46 IXT_DP and IXT_USB Limit as Function of ILfit at 10 GHz (USB4 Gen3)	103
Figure 3-47 IRL Limit as Function of ILfitatNq (USB4 Gen3)	104
Figure 3-48 Differential-to-Common-Mode Conversion Requirement (USB4 Gen3)	104
Figure 3-49 Cable Assembly in System	105
Figure 3-50 Requirement for Differential Coupling between CC and D+/D-	107
Figure 3-51 Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D- in USB 2.0 Type-C Cables	107
Figure 3-52 Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D- in USB Full-Featured Type-C Cables	108
Figure 3-53 Requirement for Differential Coupling between Vbus and D+/D-	108
Figure 3-54 Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A and SBU_B	109
Figure 3-55 Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A/SBU_B and CC	109
Figure 3-56 Requirement for Coupling between SBU_A and differential D+/D-, and SBU_B and differential D+/D-	110
Figure 3-57 Illustration of USB Type-C Mated Connector	111
Figure 3-58 Recommended Impedance Limits of a USB Type-C Mated Connector	111
Figure 3-59 Recommended Ground Void Dimensions for USB Type-C Receptacle	112
Figure 3-60 Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Limits between D+/D- Pair and TX/RX Pairs	113
Figure 3-61 Recommended Limits for Differential-to-Common-Mode Conversion	114
Figure 3-62 IMR Limit as Function of ILfitatNq for USB Type-C to Legacy Cable Assembly	118
Figure 3-63 IRL Limit as Function of ILfitatNq for USB Type-C to Legacy Cable Assembly	118
Figure 3-64 Cable Assembly Shielding Effectiveness Testing	121
Figure 3-65 Shielding Effectiveness Pass/Fail Criteria	122
Figure 3-66 LLCR Measurement Diagram	123
Figure 3-67 Temperature Measurement Point	124
Figure 3-68 Example Current Rating Test Fixture Trace Configuration	125
Figure 3-69 Example of 4-Axis Continuity Test Fixture	127
Figure 3-70 Example Wrenching Strength Test Fixture for Plugs without Overmold	129
Figure 3-71 Reference Wrenching Strength Continuity Test Fixture	129
Figure 3-72 Example of Wrenching Strength Test Mechanical Failure Point	130
Figure 3-73 Wrenching Strength Test with Cable in Fixture	130
Figure 3-74 USB Type-C Cable Receptacle Flange Example	133
Figure 3-75 EMC Guidelines for Side Latch and Mid-plate	134
Figure 3-76 EMC Finger Connections to Plug Shell	134
Figure 3-77 EMC Pad Connections to Receptacle Shell	135
Figure 3-78 Examples of Connector Apertures	135
Figure 3-79 Recommended Minimum Spacing between Connectors	135
Figure 3-80 Recommended Minimum Plug Overmold Clearance	136
Figure 3-81 Cable Plug Overmold and an Angled Surface	136
Figure 4-1 Cable IR Drop	140

Figure 4-2 Cable IR Drop for powered cables.....	140
Figure 4-3 Logical Model for Single-Lane Data Bus Routing across USB Type-C-based Ports	149
Figure 4-4 Logical Model for USB Type-C-based Ports for a Single-Lane Direct Connect Device	149
Figure 4-5 Pull-Up/Pull-Down CC Model.....	151
Figure 4-6 Current Source/Pull-Down CC Model	151
Figure 4-7 Source Functional Model for CC1 and CC2	154
Figure 4-8 Source Functional Model Supporting USB PD PR_Swap	155
Figure 4-9 Sink Functional Model for CC1 and CC2.....	155
Figure 4-10 Sink Functional Model Supporting USB PD PR_Swap and Vconn_Swap	156
Figure 4-11 DRP Functional Model for CC1 and CC2	156
Figure 4-12 Connection State Diagram: Source	161
Figure 4-13 Connection State Diagram: Sink.....	162
Figure 4-14 Connection State Diagram: Sink with Accessory Support.....	163
Figure 4-15 Connection State Diagram: DRP	164
Figure 4-16 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SRC Support	165
Figure 4-17 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SNK Support.....	166
Figure 4-18 Connection State Diagram: Charge-Through VPD.....	167
Figure 4-19 Sink Power Sub-States	189
Figure 4-20 Passive Cable eMarker State Diagram.....	190
Figure 4-21 Active Cable eMarker State Diagram	191
Figure 4-22 Cable Ra Management State Diagram.....	192
Figure 4-23 Source to Sink Functional Model	195
Figure 4-24 Source to DRP Functional Model.....	196
Figure 4-25 DRP to Sink Functional Model.....	197
Figure 4-26 DRP to DRP Functional Model – CASE 1	198
Figure 4-27 DRP to DRP Functional Model – CASE 2 & 3.....	199
Figure 4-28 Source to Source Functional Model.....	201
Figure 4-29 Sink to Sink Functional Model.....	201
Figure 4-30 DRP to VPD Model	202
Figure 4-31 Example DRP to Charge-Through Vconn-Powered USB Device Model.....	203
Figure 4-32 Source to Legacy Device Port Functional Model.....	210
Figure 4-33 Legacy Host Port to Sink Functional Model.....	210
Figure 4-34 DRP to Legacy Device Port Functional Model.....	212
Figure 4-35 Legacy Host Port to DRP Functional Model	213
Figure 4-36 Sink Monitoring for Current in Pull-Up/Pull-Down CC Model.....	216
Figure 4-37 Sink Monitoring for Current in Current Source/Pull-Down CC Model	217
Figure 4-38 USB PD over CC Pins	218
Figure 4-39 USB PD BMC Signaling over CC.....	218
Figure 4-40 USB Type-C Cable's Output as a Function of Load for Non-PD-based USB Type-C Charging	222
Figure 4-41 0 – 3 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load ..	223
Figure 4-42 3 – 5 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load ..	223
Figure 4-43 Electronically Marked Cable with Vconn connected through the cable	227
Figure 4-44 Electronically Marked Cable with SOP' at both ends	228
Figure 4-45 Example Charge-Through Vconn-Power USB Device Use Case	230
Figure 4-46 DRP Timing.....	233
Figure 5-1 USB4 Discovery and Entry Flow Model.....	241
Figure 5-2 USB4 Hub with USB4 Host and Device Connection Flow Alignment.....	247
Figure 5-3 USB4 Hub with USB 3.2 Host and USB4 Device Host Connection Flow.....	248
Figure 5-4 USB4 Hub with USB4 Host and USB 3.2 Device Connection Flow	249
Figure 5-5 USB4 Hub with USB 3.2 Host and Device Connection Flow.....	250
Figure 5-6 USB4 Hub with USB4 Host and DP Alt Mode Device Connection Flow	251
Figure 5-7 USB4 Hub with USB 3.2 Host and DP Alt Mode Device Connection Flow	252
Figure 6-1 Electronically Marked Short Active Cable with SOP' Only	258
Figure 6-2 Electronically Marked Short Active Cable with SOP' and SOP".....	258
Figure 6-3 Electronically Marked Optically Isolated Active Cable	259
Figure 6-4 OIAC USB PD Message Forwarding	265
Figure 6-5 OIAC Successful Data Role Swap.....	268
Figure 6-6 OIAC Rejected Data Role Swap	268
Figure 6-7 OIAC Wait Data Role Swap.....	269

Figure 6-8	OIAC Initiator Reject Data Role Swap	269
Figure 6-9	OIAC Initiator Wait Data Role Swap	270
Figure 6-10	OIAC Discovery – Phase 1	272
Figure 6-11	OIAC Reboot – Phase 2	273
Figure 6-12	OIAC Plug-A Configure as DFP – Phase 3	274
Figure 6-13	OIAC Plug-A Configure as UFP – Phase 3	275
Figure 6-14	OIAC Plug-A No Connection Possible Billboard – Phase 3	276
Figure 6-15	OIAC Plug-A State Diagram Part 1 (Phase 1 and 2)	277
Figure 6-16	OIAC Plug-A State Diagram Part 2 (Phase 3)	278
Figure 6-17	OIAC Plug-B State Diagram	284
Figure 6-18	Active Cable Topologies	293
Figure 6-19	Illustrations of Usages for OIAC That Require an Adapter or Hub	295
Figure 6-20	SuperSpeed USB Electrical Test Points	296
Figure 6-21	SuperSpeed USB Compliance Test Setup	297
Figure 6-22	Compliance Points Definition	300
Figure 6-23	RX Differential Return-Loss Mask	301
Figure 6-24	Active Cable Compliance Test Setup	302
Figure 6-25	Example for Transmitter Frequency Variation During Clock Switching	304
Figure 6-26	Active Cable Functional Test Setup	305
Figure 6-27	Linear Re-driver-based Active Cable Compliance Setup	306
Figure 6-28	Gain Parameters Specified for the Linear Re-driver Active Cable	309
Figure 6-29	OUTPUT_NOISE Limit Versus ILfitatNq	310
Figure A-1	Example Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter	317
Figure A-2	Example 3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through	318
Figure B-1	USB Type-C Debug Accessory Layered Behavior	319
Figure B-2	DTS Plug Interface	320
Figure B-3	Connection State Diagram: DTS Source	321
Figure B-4	Connection State Diagram: DTS Sink	322
Figure B-5	Connection State Diagram: DTS DRP	322
Figure B-6	TS Sink Power Sub-States	327
Figure D-1	Active Cable Model (Single Port, Top Mount Receptacle)	342
Figure D-2	Model Architecture	342
Figure D-3	Heat Sources and Heat Flow Paths	343
Figure D-4	Vertically Stacked Horizontal Connectors 3x1 Configuration (VERT)	344
Figure D-5	Horizontally Stacked Vertical Connectors 1x3 Configuration (HZ90)	345
Figure D-6	Horizontally Stacked Horizontal Connector 1x3 Configuration (HORZ)	345
Figure D-7	USB 3.2 Single-Lane 3A Active Cable in a 3-Port Configuration	346
Figure D-8	USB 3.2 Single-Lane 5A Active Cable in a 3-Port Configuration	346
Figure D-9	Impact of Over-mold Power PO and Thermal Boundary Temperature TMB at 3 A Vbus in a Single Port Configuration	348
Figure D-10	Impact of Over-mold Power PO and Thermal Boundary Temperature TMB at 5 A Vbus in a Single Port Configuration	348
Figure D-11	USB 3.2 Active Cable Dongle Design (One End Shown)	349
Figure D-12	USB 3.2 Dual-Lane 3A Active Cable in a 3-Port Configuration	349
Figure D-13	USB 3.2 Dual-Lane 5A Active Cable in a 3-Port Configuration	350
Figure D-14	Example: Additional Heat Spreader on Receptacle in Host or Device	351
Figure D-15	Example: Heat Sinking by Chassis of Host or Device	351
Figure E-1	Pins Available for Reconfiguration over the Full-Featured Cable	353
Figure E-2	Pins Available for Reconfiguration for Direct Connect Applications	353
Figure E-3	Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to USB Type-C Cable	355
Figure E-4	Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to Alternate Mode Cable or Device	355
Figure E-5	USB DisplayPort Dock Example	357
Figure F-1	TBT3 Discovery Flow	362
Figure H-1	Arcing Damage to USB Type-C Vbus Contacts	377
Figure H-2	Arcing Due to Discharge	378
Figure H-3	Arcing Prevention During Sink Discharge by Limiting Slew Rate	380
Figure H-4	Arcing Prevention During Sink Discharge by Load Removal	382

TABLES

Table 2-1 Summary of power supply options	38
Table 3-1 USB Type-C Standard Cable Assemblies	40
Table 3-2 USB Type-C Legacy Cable Assemblies	41
Table 3-3 USB Type-C Legacy Adapter Assemblies	41
Table 3-4 USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments	71
Table 3-5 USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments for USB 2.0-only Support.....	72
Table 3-6 USB Type-C Standard Cable Wire Assignments.....	74
Table 3-7 USB Type-C Cable Wire Assignments for Legacy Cables/Adapters.....	75
Table 3-8 Reference Wire Gauges for standard USB Type-C Cable Assemblies	76
Table 3-9 Reference Wire Gauges for USB Type-C to Legacy Cable Assemblies	76
Table 3-10 USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly Wiring	78
Table 3-11 USB 2.0 Type-C Standard Cable Assembly Wiring	79
Table 3-12 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly Wiring	81
Table 3-13 USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly Wiring	82
Table 3-14 USB Type-C to USB 3.1 Standard-B Cable Assembly Wiring	83
Table 3-15 USB Type-C to USB 2.0 Standard-B Cable Assembly Wiring	84
Table 3-16 USB Type-C to USB 2.0 Mini-B Cable Assembly Wiring	85
Table 3-17 USB Type-C to USB 3.1 Micro-B Cable Assembly Wiring.....	86
Table 3-18 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Cable Assembly Wiring.....	87
Table 3-19 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly Wiring	89
Table 3-20 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly Wiring	90
Table 3-21 Differential Insertion Loss Examples for TX/RX with Twisted Pair Construction	91
Table 3-22 Differential Insertion Loss Examples for USB TX/RX with Coaxial Construction	92
Table 3-23 Key Parameters in COM Configuration File.....	105
Table 3-24 Electrical Requirements for CC and SBU wires.....	106
Table 3-25 Coupling Matrix for Low Speed Signals	106
Table 3-26 Maximum Mutual Inductance (M) between Vbus and Low Speed Signal Lines.....	109
Table 3-27 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to USB Type-C Passive Cable Assemblies.....	110
Table 3-28 USB Type-C Mated Connector Recommended Signal Integrity Characteristics (Informative).....	112
Table 3-29 USB Type-C Receptacle Connector Signal Integrity Characteristics for USB4 Gen3 (Normative).....	114
Table 3-30 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Cable Assemblies.....	116
Table 3-31 Design Targets for USB Type-C to USB 3.1 Gen2 Legacy Cable Assemblies (Informative).....	116
Table 3-32 USB Type-C to USB 3.1 Gen2 Legacy Cable Assembly Signal Integrity Requirements (Normative).....	117
Table 3-33 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Adapter Assemblies (Normative).....	119
Table 3-34 Design Targets for USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Adapter Assemblies (Informative).....	119
Table 3-35 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly Signal Integrity Requirements (Normative).....	120
Table 3-36 Current Rating Test PCB	124
Table 3-37 Maximum DC Resistance Requirement (Normative).....	125
Table 3-38 Force and Moment Requirements.....	128
Table 3-39 Environmental Test Conditions	131
Table 3-40 Reference Materials	132
Table 4-1 USB Type-C List of Signals.....	138
Table 4-2 Vbus Source Characteristics.....	141
Table 4-3 Vbus Sink Characteristics	142
Table 4-4 USB Type-C Source Port’s Vconn Requirements Summary	143
Table 4-5 Vconn Source Characteristics.....	144
Table 4-6 Cable Vconn Sink Characteristics.....	145
Table 4-7 Vconn-Powered Accessory (VPA) Sink Characteristics	146
Table 4-8 Vconn-Powered USB Device (VPD) Sink Characteristics	147
Table 4-9 USB Type-C-based Port Interoperability.....	150
Table 4-10 Source Perspective	152

Table 4-11	Source (Host) and Sink (Device) Behaviors by State	152
Table 4-12	USB PD Swapping Port Behavior Summary	158
Table 4-13	Power Role Behavioral Model Summary	159
Table 4-14	Source Port CC Pin State	168
Table 4-15	Sink Port CC Pin State	168
Table 4-16	Mandatory and Optional States	193
Table 4-17	Precedence of power source usage	214
Table 4-18	USB Type-C Current Advertisement and PDP Equivalent	216
Table 4-19	Sink Maximum Current Limit When Attached to CTVPD	219
Table 4-20	Example Charge-Through VPD Sink Maximum Currents based on Vbus Impedance and GND Impedance	220
Table 4-21	SOP' and SOP" Timing	228
Table 4-22	Charge-Through VPD CC Impedance (RccCON) Requirements	230
Table 4-23	CTVPD Charge-Through Port Vbus Bypass Requirements	230
Table 4-24	Source CC Termination (Rp) Requirements	231
Table 4-25	Sink CC Termination (Rd) Requirements	231
Table 4-26	Powered Cable Termination Requirements	231
Table 4-27	CC Termination Requirements for Disabled state, ErrorRecovery state, and Unpowered Source	232
Table 4-28	SBU Termination Requirements	232
Table 4-29	Vbus and Vconn Timing Parameters	232
Table 4-30	DRP Timing Parameters	233
Table 4-31	CC Timing	234
Table 4-32	CC Voltages on Source Side – Default USB	235
Table 4-33	CC Voltages on Source Side – 1.5 A @ 5 V	235
Table 4-34	CC Voltages on Source Side – 3.0 A @ 5 V	236
Table 4-35	Voltage on Sink CC Pins (Default USB Type-C Current only)	236
Table 4-36	Voltage on Sink CC pins (Multiple Source Current Advertisements)	236
Table 4-37	CC Pin Clamping Voltage	236
Table 5-1	Certified Cables Where USB4-compatible Operation is Expected	242
Table 5-2	Fallback Mapping USB4 Peripheral Functions to USB Device Class Types	253
Table 5-3	USB Billboard Device Class Availability Following USB4 Device Entry Failure	254
Table 6-1	Comparison of Active Cables	256
Table 6-2	Summary of Active Cable Features	257
Table 6-3	USB4 Cable Identity Summary	260
Table 6-4	OIAC USB PD Message Behavior on Initial Connection	261
Table 6-5	OIAC USB PD Messages Which Do Not Traverse in Active State	263
Table 6-6	OIAC USB PD Messages Addressed to SOP Which Traverse the OIAC in the Active State	264
Table 6-7	OIAC USB PD Message Timing	265
Table 6-8	OIAC SOP Messages Which Terminate at the Cable Plug	266
Table 6-9	Port and Plug Capabilities	271
Table 6-10	OIAC Sink_Capabilities PDO (SOP) on Initial Connection	288
Table 6-11	OIAC Sink_Capabilities_Extended PDO (SOP) on Initial Connection	289
Table 6-12	OIAC Sink RDO (SOP) on Initial Connection	289
Table 6-13	OIAC Active Sink RDO (SOP)	290
Table 6-14	OIAC Sink_Capabilities PDO (SOP) in Active	290
Table 6-15	Cable Temperature Requirements	291
Table 6-16	Summary of Active Cable Features	292
Table 6-17	Active Cable Power-on Requirements	294
Table 6-18	OIAC Maximum USB 3.2 U0 Delay	294
Table 6-19	Usages for OIAC That Require an Adapter or Hub	295
Table 6-20	USB 3.2 U-State Requirements	296
Table 6-21	Active Cable USB 3.2 Stressed Source Swing, TP1	297
Table 6-22	Active Cable USB 3.2 Stressed Source Jitter, TP1	298
Table 6-23	Active Cable USB 3.2 Input Swing at TP2 (Informative)	298
Table 6-24	Active Cable USB 3.2 Output Swing at TP3 (Informative)	299
Table 6-25	Compliance Points Definition	300
Table 6-26	Re-timer-based USB4 Active Cable Output Specifications Applied for All Speeds (at TP3')	302
Table 6-27	Stressed Received Conditions for USB4 Gen2 and Gen3 Cable Compliance Testing (at TP2)	304

Table 6-28	Linear Re-driver-based Active Cable Output Parameters	307
Table 6-29	Input Signal at TP2 for Compliance Testing	307
Table 6-30	USB4 CL-State Requirements	312
Table A-1	USB Type-C Analog Audio Pin Assignments	314
Table A-2	USB Type-C Analog Audio Pin Electrical Parameter Ratings	315
Table B-1	DTS to TS Port Interoperability	320
Table B-2	Rp/Rp Charging Current Values for a DTS Source	327
Table B-3	Mandatory and Optional States	329
Table D-1	Heat Sources and Heat Dissipation Example (1.5 W cable and 5 A)	343
Table D-2	USB 3.2 Active Cable Design Single Port Case Study at 35 °C Ambient and 60 °C Thermal Boundary (Single Lane)	344
Table D-3	USB 3.2 Active Cable Design Single Port Case Study at 35 °C Ambient and 60 °C Thermal Boundary (Dual Lane)	347
Table E-1	USB Safe State Electrical Requirements	356
Table E-2	USB Billboard Device Class Availability Following Alternate Mode Entry Failure	356
Table E-3	Alternate Mode Signal Noise Ingression Requirements	356
Table F-1	TBT3 Passive Cable Discover Identity VDO Responses	363
Table F-2	TBT3 Passive Cable VDO for USB PD Revision 2.0, Version 1.3	364
Table F-3	TBT3 Passive Cable VDO for USB PD Revision 3.0, Version 1.2	364
Table F-4	TBT3 Active Cable Discover Identity VDO Responses	365
Table F-5	TBT3 Active Cable VDO for USB PD Revision 2.0, Version 1.3	366
Table F-6	TBT3 Active Cable VDO 1 for USB PD Revision 3.0, Version 1.2	367
Table F-7	TBT3 Active Cable VDO 2 for USB PD Revision 3.0, Version 1.2	367
Table F-8	TBT3 Device Discover Identity VDO Responses	368
Table F-9	TBT3 Discover SVID VDO Responses	369
Table F-10	TBT3 Device Discover Mode VDO Responses	370
Table F-11	TBT3 Cable Discover Mode VDO Responses	371
Table F-12	TBT3 Cable Enter Mode Command	372
Table F-13	TBT3 Device Enter Mode Command	373
Table F-14	TBT3 Cable Functional Difference Summary	374
Table G-1	Linear Fit Pulse Extraction Parameters	376

Specification Work Group Chairs / Specification Editors

Intel Corporation (USB Promoter company)	Yun Ling – Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor Brad Saunders – Plenary/Functional WG chair, Specification Co-author
Specwerkz	Bob Dunstan – Functional WG co-chair, Specification Co-author
Seagate	Alvin Cox, Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor

Specification Work Group Contributors

Note: For historical reasons, the following list also includes individual contributors that were members of the work group and associated with their company affiliations at the time of the original Release 1.0 through to the latest release.

Advanced-Connectek, Inc. (ACON)	Victory Chen	Conrad Choy	Alan Tsai
	Glen Chandler	Vicky Chuang	Wayne Wang
	Dennis Cheung	Jessica Feng	Stephen Yang
	Jeff Chien	Aven Kao	Sunney Yang
	Lee (Dick Lee) Ching	Danny Liao	
Advanced Micro Devices	Steve Capezza	Jason Hawken	Joseph Scanlon
	Walter Fry	Gerald Merits	Peter Teng
	Will Harris	Tim Perley	Sujan Thomas
Allion Labs, Inc.	Howard Chang	Yan Ken	Chester Tsai
	Alex Chuang	Stan Lin	Chou Tsungbo
	Maroco Fan	Minoru Ohara	
	Terry Kao	Brian Shih	
Amphenol Corporation	Louis Chan	Terry Ke	Shawn Wei
	Zhinennng Fan	Martin Li	Alan Yang
	Jesse Jaramillo	Lino Liu	
Agilent Technologies, Inc.	James Choate		
Analogix Semiconductor, Inc.	Mehran Badii	Haijian Sui	Yueke Tang
	Greg Stewart		
Apple Inc. (USB Promoter company)	Colin Abraham	Brian Follis	Matthew Mora
	Mahmoud Amini	Zheng Gao	Nathan Ng
	Sree Anantharaman	Derek Iwamoto	James Orr
	Brian Baek	Scott Jackson	Keith Porthouse
	Paul Baker	Girault Jones	Breton Saunders
	Michael Bonham	Keong Kam	Reese Schreiber
	Carlos Calderon	Kevin Keeler	Sascha Tietz
	Jason Chung	Min Kim	Jennifer Tsai
	David Conroy	Woopoung Kim	Colin Whitby- Stevens
	Bill Cornelius	Alan Kobayashi	Jeff Wilcox
	Christophe Daniel	Alexei Kosut	Eric Wiles
	Raju Desai	Christine Krause	Dan Wilson
	William Ferry	Chris Ligtenberg	Dennis Yarak
	ASMedia Technology Inc.	Kuo Lung Li	
Bizlink Technology, Inc.	Alex Chou	Morphy Hsieh	Kevin Tsai
Cadence Design Systems, Inc.	Marcin Behrendt	Dariusz Kaczmarczyk	Neelabh Singh
	Huzaifa Dalal	Tomasz Klimek	Michal Staworko
	Pawel Eichler	Jie Min	Fred Stivers
	Sathish Kumar	Asila Nahas	Mark Summers
	Ganesan	Uyen Nguyen	Claire Ying

Canova Tech	Piergiorgio Beruto Andrea Maniero	Michael Marioli Antonio Orzelli	Paola Pilla Nicola Scantamburlo
Cirrus Logic Inc.	Sean Davis	Darren Holding	Brad Lambert
Corning Optical Communication LLC	Wojciech Giziewicz	Ian McKay	Jamie Silva
Cosemi Technologies Inc.	Samir Desai	Devang Parekh	
Cypress Semiconductor	Chia Hua Chang Mark Fu Naman Jain Savan Javia	Rushil Kadakia Benjamin Kropf Venkat Mandagulathur Anup Nayak	Jagadeesan Raj Sanjay Sancheti Subu Sankaran Anita Thimma Govarthanarajan
Dell	Mohammed Hijazi David Meyers Sean O'Neal	Ken Nicholas Ernesto Ramirez Siddhartha Reddy	Thomas Voor Merle Wood
Dialog Semiconductor (UK) Ltd.	Yimin Chen		
Diodes Incorporated	Kay Annamalai Justin Lee Paul Li	Bob Lo Jaya Shukla Qun Song	Jin-sheng Wang Ada Yip
DisplayLink (UK) Ltd.	Pete Burgers		
DJI Technology Co., Ltd.	Steve Huang		
Electronics Testing Center, Taiwan	Sophia Liu		
Elka International Ltd.	Roy Ting		
Ellisys	Abel Astley Rick Bogart	Mario Pasquali Chuck Trefts	Tim Wei
Etron Technology, Inc.	Chien-Cheng Kuo		
Feature Integration Technologies Inc.	Jacky Chan Chen Kris Yulin Lan	KungAn Lin Yuchi Tsao	Paul Yang Amanda Ying
Foxconn / Hon Hai	Patrick Casher Asroc Chen Brandon Chen Joe Chen Allen Cheng Jason Chou Edmond Choy Fred Fons	Chris Goralka Bob Hall Chien-Ping Kao Ji Li Ann Liu Terry Little Steve Sedio Christine Tran	Pei Tsao AJ Yang Yuan Zhang Jessica Zheng Jie Zheng Andy Yao
Foxlink/Cheng Uei Precision Industry Co., Ltd.	Robert Chen Sunny Chou Carrie Chuang Wen-Chuan Hsu Alex Hsue	Armando Lee Dennis Lee Justin Lin Robert Lu Tse Wu Ting	Steve Tsai Wen Yang Wiley Yang Junjie Yu
Fresco Logic Inc.	Brian Collins	Bob McVay	Christopher Meyers
Google	Naga Viswanadha Udaya Kiran Ammu Alec Berg Joshua Boilard Alec Berg Todd Broch Chao Fei Jim Guerin Jeffrey Hayashida Mark Hayter	Eric Herrmann Nithya Jagannathan Nathan Kolluru Lawrence Lam Adam Langley Benson Leung Abraham Levkoy Ingrid Lin Richard Palatin	Vincent Palatin Dylan Reid Adam Rodriguez David Schneider Stephan Schooley Toshak Singhal Ken Wu Songping Wu

Granite River Labs	Yung Han Ang Velmurugan Ayyakkannu Hariprasad Bhat Sandy Chang Allen Chen Swee Guan Chua	Alan Chuang Mike Engbretson Vishal Kakade Jesson Li Caspar Lin Bala M	Prasannakumar Marikunte Nagaraju Krishna Murthy Amy Peng Johnson Tan Annie Tao Chin Hun Yaep
Honor Device Co., Ltd.	Wang Feng		
Hirose Electric Co., Ltd.	Jeremy Buan William Kysiak Sang-Muk Lim	William MacKillop Gourgen Oganessyan	Eungsoo Shin Sid Tono
Hosiden Corporation	Takahisa Otsuji	Fumitake Tamaki	
HP Inc. (USB Promoter company)	Lee Atkinson Srinath Balaraman Rami Bathaniah Roger Benson Alan Berkema	Robin Castell Steve Chen Michael Krause Rahul Lakdawala	Jim Mann Linden McClure Mike Pescetto Asjad Shamim
I-PEX (Dai-ichi Seiko)	Alan Kinningham	Ro Richard	
Indie Semiconductor	Ian Board	Jim Wilshire	
Infineon Technologies	Tue Fatt David Wee		
Intel Corporation (USB Promoter company)	Dave Ackelson Mike Bell Dmitriy Berchanskiy Brad Berlin Pierre Bossart Kuan-Yu Chen Hengju Cheng Oded David Jhuda Dayan Paul Durley Saranya Gopal Yaniv Hayat Howard Heck Hao-Han Hsu Seppo Ingalsuo Abdul (Rahman) Ismail James Jaussi Ziv Kabiry	Vijaykumar Kadgi Luke Johnson Jerzy Kolinski Rolf Kuhnis Henrik Leegaard Edmond Lau Xiang Li Yun Ling Guobin Liu Steve McGowan Sankaran Menon Udaya Natarajan Aruni Nelson Chee Lim Nge Sagar Pawar Duane Quiet Kannappan Rajaraman Sridharan Ranganathan	Rajaram Regupathy Oren Salomon Brad Saunders Tomer Savariego Ehud Shoor Amit Srivastava Einat Surijan Ron Swartz David Thompson Karthi Vadivelu Tsion Vidal Stephanie Wallick Rafal Wielicki Devon Worrell Li Yuan Reza M. Zamani Vitaly Zhivov
Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Kenji Hagiwara Hiroaki Ikeda Masaki Kimura Toshio Masumoto Kenta Minejima Toshiyuki Moritake Joe Motojima Ron Muir	Tadashi Okubo Kazuhiro Saito Kimiaki Saito Yuichi Saito Mark Saubert Toshio Shimoyama Tatsuya Shioda Atsuo Tago	Masaaki Takaku Jussi Takaneva Junichi Takeuchi Tomohiko Tamada Kentaro Toda Kouhei Ueda Takakazu Usami Masahide Watanabe Youhei Yokoyama
JPC/Main Super Inc.	Sam Tseng	Ray Yang	
Kandou Bus SA	Hitaish Sharma	David Stauffer	Paul Wilson
Keysight Technologies Inc.	Pedro Merlo		
Kinetic Technologies, Inc.	Ramesh Dandapani	Jay Slivkoff	Sireesha Vemulapalli
Leadtrend	Yao-Wei Hsieh		

LeCroy Corporation	Mike Engbretson Daniel H. Jacobs	Tyler Joe	Giuseppe Leccia
Lenovo	Rob Bowser Tomoki Harada	Jianye Li Wei Liu	Howard Locker
LG Electronics Inc.	Do Kyun Kim	Yoon Jong Lee	
Lintes Technology Co., Ltd.	Tammy Huang Charles Kaun RD Lintes	Max Lo CT Pien	JinYi Tu Jason Yang
Lotes Co., Ltd.	Ariel Delos Reyes Ernest Han Mark Ho Regina Liu-Hwang	Charles Kaun Chi-Chang Lin James Lin Max Lo	John Lynch JinYi Tu Jason Yang
LSI Corporation	Dave Thompson		
Luxshare-ICT	Josue Castillo Daniel Chen Kenny Chen Lisen Chen Sally Chiu CY Hsu Blue Ho	Alan Kinningham Antony Lin Gorden Lin John Lin Stone Lin Alan Liu Sean O'Neal	Scott Shuey James Stevens Carr Wang Yangli Wang Eric Wen Pat Young
Maxim Integrated Products	Forrest Christo Ken Helfrich	Sang Kim Jeff Lo	Michael Miskho Jacob Scott
MCCI Corporation	Terry Moore		
MediaTek Inc.	Alex YC Lin		
MegaChips Corporation	Alan Kobayashi	Satoru Kumashiro	
Mercedes-Benz Research & Development, North America, Inc.	Hans Wickler		
Microchip (SMSC)	Josh Averyt Mark Bohm Shannon Cash Thomas Farkas Fernando Gonzalez	Matthew Kalibat Donald Perkins Richard Petrie Mohammed Rahman Andrew Rogers	John Sisto Anthony Tarascio Kiet Tran Christopher Twigg Prasanna Vengateshan
Microsoft Corporation (USB Promoter company)	Randy Aull Jim Belesiu Michelle Bergeron Fred Bhesania Anthony Chen Philip Froese Vivek Gupta David Hargrove Robbie Harris Teemu Helenius Robert Hollyer Lily Huang	Dan Iatco Kai Inha Jayson Kastens Andrea Keating Shoaib Khan Patrick Law Eric Lee Ivan McCracken Arvind Murching Gene Obie Toby Nixon Arjun Padmanabhan	Praveen Kumar Palacharla Rahul Ramadas Srivatsan Ravindran Nathan Sherman Bala Sivakumar Timo Toivola Vahid Vassey David Voth Andrew Yang Panu Ylihaavisto
Molex LLC	Adib Al Abaji	Alan MacDougall	
Monolithic Power Systems	Junyong Gong Di Han Yuncong Jiang	Istvan Nagy Chris Sporck	Ao Sun Vincent Wu
MQP Electronics Ltd.	Sten Carlsen	Pat Crowe	
Multilane Inc.	Fadi Daou	Rita Khawaja	Elias Khoury

NEC Corporation	Kenji Oguma		
Newnex Technology Corp.	Sam Liu	Nimrod Peled	
Nokia Corporation	Daniel Gratiot Pekka Leinonen	Samuli Makinen Pekka Talmola	Timo Toivola Panu Ylihaavisto
Nuvoton Technology Corp.	Nimrod Peled		
NVIDIA	Jamie Aitken		
NXP Semiconductors	Mahmoud EL Sabbagh Dennis Ha	Ken Jaramillo Vijendra Kuroodi	Guru Prasad Krishnan TN
Oculus VR LLC	Amish Babu	Marty Evans	Joaquin Fierro
ON Semiconductor	Edward Berrios Rod Comer Eduardo De Reza	Oscar Freitas Christian Klein Amir Lahooti	Eric Maier Rick Pierce Michael Smith
Parade Technologies, Inc.	Jian Chen Brian Collins Robert McVay	Craig Wiley Paul Xu	Alan Yuen Jingfan Zhang
Power Integrations	Shruti Anand Rahul Joshi	Aditya Kulkarni Akshay Nayaknur	Amruta Patra
Qualcomm, Inc.	Lior Amarilio Vara Prasad Arikatla Aris Balatsos Nicholas Cadieux David Chang Tomer Ben Chen Richard Burrows Amit Gil	James Goel Amit Gupta Philip Hardy Will Kun Jonathan Luty Lalan Mishra George Paparrizos Vatsal Patel	Jack Pham Vamsi Samavedam Matthew Sienko Dmitrii Vasilchenko Joshua Warner Chris Wiesner
Realtek Semiconductor Corp.	Marco Chiu Tsung-Peng Chuang Charlie Hsu Fan-Hau Hsu	Ty Kingsmore Ray Lee Jay Lin Ryan Lin	Terry Lin Chuting Su Changhung Wu
Renesas Electronics Corp. (USB Promoter company)	Kai Bao Yen-Mo Chen Nobuo Furuya	Philip Leung Kiichi Muto Ziba Nami	Hajime Nozaki Yosuke Sasaki Toshifumi Yamaoka
Richtek Technology Corp.	Ben Chiang Max Huang	Leo Kang Roger Lo	Ken Shih Alex Yang
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	Kai Uwe Schmidt	Martin Stumpf	Randy White
Rohm Co., Ltd.	Mark Aldering Kris Bahar Ruben Balbuena Nobutaka Itakura	Yusuke Kondo Arun Kumar Chris Lin Kazuomi Nagai	Yoshinori Ohwaki Takashi Sato Hiroshi Yoshimura
Samsung Electronics Co., Ltd.	Jaedeok Cha KangSeok Cho Junhwa Choi Woojin Choi Yeongbok Choi Cheolyoon Chung Ilhyung Chung JaeRyong Han Jaehyeok Jang Wonseok Jang	Sung Geun Joo Koyoungwon Kim Sangju Kim Soondo Kim Woonki Kim Jagoun Koo Termi Kwon Cheolho Lee Edward Lee	Jun Bum Lee Jinyoung Oh Chahoon Park Chulwoo Park Youngjin Park Jung Waneui Sunggeun Yoon
SB C&S Corp.	Toshinari Nakamura Morito Ogikubo	Eiji Sakai	Kenji Watanabe

Seagate	Alvin Cox Emmanuel Lemay	Tony Priborsky Tom Skaar	Dan Smith
Shenzhen Deren Electronic Co., Ltd.	Smark (Zhudong) Huo Wen Fa Lei	Yang Lirong	Lucy Zhang
Silicon Line GmbH	Ian Jackson	Boleslaw Wojtowicz	Zhiying Zhang
SiliConch Systems Private Limited	Jaswanth Ammineni Pavitra Balasubramanian Kaustubh Kumar Aniket Mathad	Shubham Paliwal Jinisha Patel Vinay Patel Rakesh Polasa	Vishnu Pusuluri Ranjith S Abhishek Sardeshpande Satish Anand Verkila
Simula Technology Inc.	John Chang Voss Cheng Thomas Li	Jung Lin Jyunming Lin Doris Liu	Richard Liu CK Wang Alice Yu
Softnaotics LLP	Bhavesh Desai Hetal Jariwala	Dipakkumar Modi Ishita Shah	Ujjwal Talati
Sony Corporation	Shinichi Hirata	Shigenori Tagami	
Spectra7 Microsystems Corp.	Andrew Kim	James McGrath	John Mitchell
Specwerkz	Robert Dunstan	Amanda Hosler	Diane Lenox
STMicroelectronics (USB Promoter company)	Jerome Bach Nathalie Ballot Filippo Bonaccorso Guenael Cadier Dominique Chaillot Christophe Cochard Nicolas Florenchie	Cedric Force Gregory Gosciniak Chekib Hammami Joel Huloux Christophe Lorin Yohann Martiniault Patrizia Milazzo	Federico Musarra Pascal Legrand Richard O'Connor Massimo Panzica Nicolas Perrin
Sumitomo Electric Ind., Ltd.	Takeshi Inoue Yasuhiro Maeda	Wataru Sakurai Sainer Siagian	Masaki Suzuki Mitsuaki Tamura
Synaptics Inc.	Daniel Bogard Dan Ellis	Jeff Lukanc	Prashant Shamarao
Synopsys, Inc.	Subramaniam Aravindhan	Morten Christiansen Nivin George	Satya Patnala John Stonick
Taiwan Testing and Certification Center	Sophia Liu		
Tektronix, Inc.	Sourabh Das Mark Guenther	Abhijeet Shinde	Randy White
Texas Instruments (USB Promoter company)	Jawaid Ahmad Mike Campbell Greg Collins Gary Cooper Anant Gole GP Gopalakrishnan Craig Greenberg Richard Hubbard Nate Johnson Michael Koltun IV Yoon Lee Grant Ley	Win Maung Shafiuddin Mohammed Lauren Moore Jacob Ontiveros Brian Parten Martin Patoka Jason Peck John Perry Louis Peryea Brian Quach	Sai Karthik Rajaraman Wes Ray Dafydd Roche Anwar Sadat Cory Stewart Sue Vining Bill Waters Deric Waters Gregory Watkins Roy Wojciechowski
Thine Electronica, Inc.	Yuseke Fujita	Shuhei Yamamoto	
Total Phase	Chris Yokum		

Tyco Electronics Corp. (TE Connectivity Ltd.)	Max Chao Robert E. Cid Calvin Feng Kengo Ijiro Eiji Ikematsu Joan Leu Clark Li	Mike Lockyer Jeff Mason Takeshi Nakashima Luis A. Navarro Masako Saito Yoshiaki Sakuma Gavin Shih	Hiroshi Shirai Hidenori Taguchi Nathan Tracy Bernard Vetten Ryan Yu Noah Zhang Sjoerd Zwartkruis
UL LLC	Leo Chung Michael Hu Dylan Su	Henry Tsou Paul Vanderlaan Eric Wall	Lance Yang Chien-Wei Yeh
Unigraf OY	Steven Chen	Sergey Grushin	
Varjo Technologies	Kai Inha		
Ventev Mobile	Brad Cox	Colin Vose	
VIA Technologies Inc.	Terrance Shih	Jay Tseng	Fong-Jim Wang
Weltrend Semiconductor	Hung Chiang Jeng Cheng Liu	Wayne Lo Ho Wen Tsai	Eric Wu
Western Digital, HGST	Larry McMillan		
Xiaomi Communications Co., Ltd.	Xiaoxing Yang	Juejia Zhou	

Pre-Release Draft Industry Reviewing Companies That Provided Feedback

Aces	JST Mfg. Co., Ltd.	Pericom
Fairchild Semiconductor	Korea Electric Terminal	Semtech Corporation
Fujitsu Ltd.	Marvell Semiconductor	Silicon Image
Industrial Technology Research Institute (ITRI)	Motorola Mobility LLC	SMK Corporation
Joinsoon Electronics Mfg. Co. Ltd.	PalCONN/PalNova (Palpilot International Corp.)	Toshiba Corporation

Revision History

Revision	Date	Description
1.0	August 11, 2014	Initial Release
1.1	April 3, 2015	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
1.2	March 25, 2016	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
1.3	July 14, 2017	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
1.4	March 29, 2019	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
2.0	August 2019	New release primarily for enabling USB4 over USB Type-C connectors and cables. Also includes incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
2.1	May 2021	New release primarily for enabling Extended Power Range (EPR) and defining EPR cables aligning with USB Power Delivery Specification R3.1 V1.0. Also includes incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.

1 Introduction

With the continued success of the USB interface, there exists a need to adapt USB technology to serve newer computing platforms and devices as they trend toward smaller, thinner and lighter form-factors. Many of these newer platforms and devices are reaching a point where existing USB receptacles and plugs are inhibiting innovation, especially given the relatively large size and internal volume constraints of the Standard-A and Standard-B versions of USB connectors. Additionally, as platform usage models have evolved, usability and robustness requirements have advanced and the existing set of USB connectors were not originally designed for some of these newer requirements. This specification is to establish a new USB connector ecosystem that addresses the evolving needs of platforms and devices while retaining all of the functional benefits of USB that form the basis for this most popular of computing device interconnects.

1.1 Purpose

This specification defines the USB Type-C® receptacles, plug and cables.

The USB Type-C Cable and Connector Specification is guided by the following principles:

- Enable new and exciting host and device form-factors where size, industrial design and style are important parameters
- Work seamlessly with existing USB host and device silicon solutions
- Enhance ease of use for connecting USB devices with a focus on minimizing user confusion for plug and cable orientation

The USB Type-C Cable and Connector Specification defines a new receptacle, plug, cable and detection mechanisms that are compatible with existing USB interface electrical and functional specifications. This specification covers the following aspects that are needed to produce and use this new USB cable/connector solution in newer platforms and devices, and that interoperate with existing platforms and devices:

- USB Type-C receptacles, including electro-mechanical definition and performance requirements
- USB Type-C plugs and cable assemblies, including electro-mechanical definition and performance requirements
- USB Type-C to legacy cable assemblies and adapters
- USB Type-C-based device detection and interface configuration, including support for legacy connections
- USB Power Delivery optimized for the USB Type-C connector

The USB Type-C Cable and Connector Specification defines a standardized mechanism that supports [Alternate Modes](#), such as repurposing the connector for docking-specific applications.

1.2 Scope

This specification is intended as a supplement to the existing [USB 2.0](#), [USB 3.2](#), [USB4™](#) and [USB Power Delivery](#) specifications. It addresses only the elements required to implement and support the USB Type-C receptacles, plugs and cables.

Normative information is provided to allow interoperability of components designed to this specification. Informative information, when provided, may illustrate possible design implementations.

1.3 Related Documents

USB	<i>Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification</i>
2.0	This includes the entire document release package.

- USB 3.2** *Universal Serial Bus Revision 3.2 Specification*
This includes the entire document release package.
USB 3.1 Legacy Cable and Connector Specification, Revision 1.0
- USB4** *USB4™ Specification, Version 1.0, August 2019*
(including posted errata and ECNs)
- TBT3** Chapter 13 of *USB4 Specification, Version 1.0, August 2019*
- USB PD** *USB Power Delivery Specification, Revision 2.0, Version 1.3, January 12, 2017*
USB Power Delivery Specification, Revision 3.1, Version 1.0, May 2021
(including posted errata and ECNs)
- USB BB** *USB Billboard Device Class Specification, Revision 1.2.2, January 29, 2021*
- USB BC** *Battery Charging Specification, Revision 1.2 (including errata and ECNs through March 15, 2012), March 15, 2012*
- DP AM** *DisplayPort™ Alt Mode on USB Type-C Standard, Version 2.0, 12 March 2020*

All USB-specific documents are available for download at <http://www.usb.org/documents>. The DisplayPort Alt Mode specification is available from VESA (<http://www.vesa.org>).

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INTERFACES DE BUS UNIVERSEL EN SÉRIE POUR LES DONNÉES
ET L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE –****Partie 1-3: Composants communs –
Spécification des câbles et connecteurs USB Type-C®**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

La Norme internationale IEC 62680-1-3 a été établie par le domaine technique 18: Systèmes multimédias domestiques et applications pour réseaux d'utilisateurs finaux, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Le texte de la présente norme a été établi par l'USB Implementers Forum (USB-IF). Les règles structurelles et rédactionnelles utilisées dans la présente publication reflètent les pratiques en vigueur au sein de l'organisme responsable de sa soumission.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
100/3715/CDV	100/3762/RVC

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62680, publiées sous le titre général *Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation électrique*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série IEC 62680 repose sur un ensemble de spécifications qui ont été élaborées à l'origine par l'USB Implementers Forum (USB-IF). Ces spécifications ont été soumises à l'IEC dans le cadre d'un accord particulier conclu entre l'IEC et l'USB-IF.

La présente norme est la publication de l'USB-IF relative à la Spécification des câbles et connecteurs Universal Serial Bus de Type-C, révision 2.0.

L'USB Implementers Forum, Inc. (USB-IF) est un organisme à but non lucratif fondé par le groupe de sociétés qui a développé la spécification du bus universel en série. L'USB-IF a été créé dans le but de fournir une plateforme de soutien et un forum pour favoriser le développement et l'adoption de la technologie du bus universel en série. Le forum facilite le développement de périphériques (appareils) USB compatibles et de haute qualité et promeut les avantages de la technologie USB et la qualité des produits qui ont été validés par des essais de conformité.

TOUTES LES SPÉCIFICATIONS USB VOUS SONT FOURNIES "EN L'ÉTAT", SANS GARANTIE D'AUCUNE SORTE, Y COMPRIS TOUTE GARANTIE DE QUALITÉ MARCHANDE, DE NON-VIOLATION OU D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER. L'USB IMPLEMENTERS FORUM ET LES AUTEURS DE L'ENSEMBLE DES SPÉCIFICATIONS USB DÉCLINENT TOUTE RESPONSABILITÉ, Y COMPRIS TOUTE RESPONSABILITÉ RELATIVE À LA VIOLATION DE DROITS DE PROPRIÉTÉ, EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION OU LA MISE EN ŒUVRE DES INFORMATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION.

LA MISE À DISPOSITION D'UNE SPÉCIFICATION USB, QUELLE QU'ELLE SOIT, N'IMPLIQUE L'OCTROI D'AUCUNE LICENCE, EXPRESSE OU IMPLICITE, PAR PERCLUSION OU AUTRE, SUR AUCUN DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE.

La conclusion des accords des adoptants de l'USB peut toutefois permettre à une société signataire de participer à un accord de licence réciproque RAND-Z pour les produits conformes. Pour plus d'informations, se rendre sur:

<https://www.usb.org/documents>

L'IEC NE PREND PAS POSITION SUR LA QUESTION DE SAVOIR S'IL EST PERTINENT QUE VOUS CONCLUIEZ UN QUELCONQUE ACCORD USB ADOPTERS AGREEMENT OU QUE VOUS PARTICIPIEZ À L'USB IMPLEMENTERS FORUM.

Bus universel en série Spécification des câbles et connecteurs de Type-C

**Édition 2.1
Mai 2021**

**Copyright © 2014-2021, USB 3.0 Promoter Group:
Apple Inc., HP Inc., Intel Corporation, Microsoft
Corporation, Renesas, STMicroelectronics et Texas Instruments
All rights reserved.**

NOTE: Les adoptants ne peuvent utiliser que les câbles et connecteurs USB Type-C pour mettre en œuvre une fonctionnalité USB ou tierce, comme cela est expressément décrit dans la présente Spécification; toutes les autres utilisations sont interdites.

LICENCE LIMITÉE DE DROITS D'AUTEUR: Les Promoteurs de l'USB 3.0 délivrent une licence conditionnelle de droits d'auteur sous les droits inclus dans la spécification des câbles et connecteurs USB Type-C afin d'utiliser et de reproduire la Spécification dans le seul but, et uniquement si cela est nécessaire, d'évaluer la pertinence de la mise en œuvre de la Spécification aux produits avec des produits conformes à la spécification. Nonobstant ce qui précède, l'utilisation de la Spécification en vue de déposer ou de modifier une demande de brevet relative à la Spécification ou à des produits conformes USB n'est pas autorisée. Hormis cette licence explicite de droits d'auteur, aucun autre droit ou licence n'est accordé(e), ce sans limitation des licences de brevets. Pour obtenir d'autres licences de propriété intellectuelle ou des engagements concernant les droits associés à la Spécification, une partie doit exécuter l'accord des adoptants de l'USB 3.0. NOTE: En utilisant la Spécification, vous acceptez les termes de cette licence en votre nom et, si vous le faites en qualité d'employé, au nom de votre employeur.

DÉNI DE RESPONSABILITÉ CONCERNANT LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION VOUS EST FOURNIE "EN L'ÉTAT", SANS GARANTIE D'AUCUNE SORTE, Y COMPRIS TOUTE GARANTIE DE QUALITÉ MARCHANDE, DE NON-VIOLATION OU D'ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER. LES AUTEURS DE LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION DÉCLINENT TOUTE RESPONSABILITÉ, Y COMPRIS TOUTE RESPONSABILITÉ RELATIVE À LA VIOLATION DE DROITS DE PROPRIÉTÉ, EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION OU LA MISE EN ŒUVRE DES INFORMATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION. LA MISE À DISPOSITION DE LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION N'IMPLIQUE L'OCTROI D'AUCUNE LICENCE, EXPRESSE OU IMPLICITE, PAR PERCLUSION OU AUTRE, SUR AUCUN DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE.

L'ensemble des exemples de mises en œuvre et des conceptions de référence contenus dans la présente Spécification est inclus dans le cadre de la licence de brevet limitée pour les sociétés qui appliquent l'accord des adoptants de l'USB 3.0.

USB Type-C®, USB-C® et USB4™ sont des marques de l'Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF). DisplayPort™ est une marque de VESA. Tous les noms de produits sont des marques, des marques déposées ou des marques de service de leurs propriétaires respectifs.

Thunderbolt™ est une marque commerciale d'Intel Corporation. La marque ou le logo Thunderbolt™ ne peut être utilisé qu'avec des produits conçus selon la présente spécification, qui ont reçu la certification appropriée et sont utilisés dans le cadre d'une licence de la marque Thunderbolt™ – voir usb.org/compliance pour plus d'informations.

SOMMAIRE

Présidence du groupe de travail/Éditeurs de la spécification	404
Contributeurs du groupe de travail de la spécification	404
Sociétés du secteur qui ont apporté leurs commentaires au stade révision de la version initiale	410
Historique des révisions	411
1 Introduction	412
1.1 Objet	412
1.2 Domaine d'application	412
1.3 Documents connexes	413
1.4 Conventions	413
1.4.1 Ordre de priorité	413
1.4.2 Mots-clés	413
1.4.3 Numérotation	414
1.5 Termes et abréviations	414
2 Vue d'ensemble	420
2.1 Introduction	420
2.2 Fiches, embases et câbles USB Type-C	421
2.3 Processus de configuration	422
2.3.1 Détection des branchements/débranchements entre la source et le destinataire	423
2.3.2 Détection de l'orientation de la fiche ou des câbles torsadés	423
2.3.3 Détection de l'alimentation initiale (source-destinataire) et établissement de la relation avec les données (hôte-dispositif)	423
2.3.4 Détection et utilisation du courant VBUS USB Type-C	424
2.3.5 Communication USB PD	425
2.3.6 Extensions fonctionnelles	425
2.4 VBUS	425
2.5 VCONN	426
2.6 Hubs	426
3 Exigences mécaniques	427
3.1 Vue d'ensemble	427
3.1.1 Connecteurs conformes	427
3.1.2 Ensembles câble-connecteurs conformes	427
3.1.3 Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant conformes	428
3.1.4 Ensembles adaptateurs USB Type-C vers existant conformes	428
3.2 Interfaces de couplage des connecteurs USB Type-C	429
3.2.1 Définition de l'interface	429
3.2.2 Schémas de référence	455
3.2.3 Affectation des broches et descriptions	465
3.3 Construction des câbles et affectation des fils	466
3.3.1 Construction des câbles (informatifs)	466
3.3.2 Affectation des fils	470
3.3.3 Calibres de fil et diamètres de câble (informatifs)	471
3.4 Ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés	473
3.4.1 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet	473
3.4.2 Ensemble câble-connecteurs USB 2.0 Type-C	474
3.4.3 Ensembles câble-connecteurs captifs USB Type-C	475

3.4.4	Ensembles USB Type-C	475
3.5	Ensembles câble-connecteurs existants	476
3.5.1	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-A.....	476
3.5.2	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A.....	478
3.5.3	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B.....	479
3.5.4	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B.....	481
3.5.5	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B	482
3.5.6	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B	483
3.5.7	Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B	485
3.6	Ensembles adaptateurs existants	486
3.6.1	Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 3.1</i> Standard-A	486
3.6.2	Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 2.0</i> Micro-B.....	488
3.7	Caractéristiques électriques	489
3.7.1	Câble brut (informatif).....	489
3.7.2	Ensembles câble-connecteurs passifs USB Type-C vers Type-C (normatifs).....	490
3.7.3	Connecteur couplé (informatif – USB 3.2 Gen2 et USB4 Gen2)	512
3.7.4	Exigences SI et essais de l'embase (normatifs – USB4 Gen3).....	516
3.7.5	Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant (normatifs)	517
3.7.6	Ensembles adaptateurs USB Type-C vers USB existants (normatifs).....	521
3.7.7	Exigences relatives à l'efficacité de l'écrantage (normatives).....	523
3.7.8	Exigences électriques en courant continu (normatives).....	525
3.8	Exigences mécaniques et environnementales (normatives)	528
3.8.1	Exigences mécaniques	528
3.8.2	Exigences environnementales	533
3.9	Applications d'accueil (informatives).....	535
3.10	Notes relatives à la mise en œuvre et guides de conception.....	536
3.10.1	Gestion de la CEM (informative)	536
3.10.2	Espacement physique des connecteurs empilés et adjacents (informatif).....	539
3.10.3	Remarques sur le couplage des câbles (informatives)	539
3.11	Câbles EPR (Extended Power Range).....	540
3.11.1	Exigences électriques.....	540
3.11.2	Exigences d'identification du câble EPR	540
4	Exigences fonctionnelles	541
4.1	Récapitulatif des signaux	541
4.2	Description des broches de signal	541
4.2.1	Broches USB SuperSpeed.....	541
4.2.2	Broches USB 2.0	542
4.2.3	Broches de signal auxiliaire	542
4.2.4	Broches d'alimentation et de terre	542
4.2.5	Broches de configuration	542
4.3	Utilisation en bande latérale (SBU).....	542
4.4	Alimentation et terre	542
4.4.1	Chute de tension ohmique	542
4.4.2	V _{BUS}	543
4.4.3	V _{CONN}	545
4.5	Canal de configuration (CC)	551
4.5.1	Vue d'ensemble de l'architecture	551

4.5.2	Exigences fonctionnelles et comportementales des broches CC	566
4.5.3	Comportement d'interopérabilité des ports USB	604
4.6	Alimentation	627
4.6.1	Exigences d'alimentation pendant la veille USB	627
4.6.2	Alimentation de la VBUS par câble USB Type-C	628
4.7	Hubs USB	635
4.8	Alimentation et charge	635
4.8.1	DFP comme source d'alimentation	636
4.8.2	Méthodes de charge non USB	638
4.8.3	Hôte destinataire	638
4.8.4	Dispositif d'alimentation	638
4.8.5	Charge d'un système avec une batterie déchargée	639
4.8.6	Chargeurs multiports USB Type-C	639
4.9	Câbles avec marquage électronique	642
4.9.1	Valeurs de paramètres	643
4.9.2	Câbles actifs	644
4.10	Accessoires alimentés par VCONN (VPA) et dispositifs USB alimentés par VCONN (VPD)	644
4.10.1	Accessoires alimentés par VCONN (VPA)	644
4.10.2	Dispositifs USB alimentés par VCONN (VPD)	644
4.11	Valeurs de paramètres	646
4.11.1	Paramètres de terminaison	646
4.11.2	Paramètres de temporisation	648
4.11.3	Paramètres de tension	652
5	Découverte et mise en service USB4	653
5.1	Présentation du processus de découverte et de mise en service	653
5.2	Exigences fonctionnelles concernant l'USB4	654
5.2.1	Exigences fonctionnelles concernant les hôtes USB4	654
5.2.2	Exigences fonctionnelles concernant les dispositifs USB4	655
5.2.3	Prise en charge du mode alternatif USB4	655
5.2.3.1	Prise en charge des modes alternatifs USB4 sur les hôtes	655
5.2.3.2	Prise en charge du mode alternatif USB4 sur les hubs et les stations d'accueil USB4	655
5.3	Exigences d'alimentation USB4	656
5.3.1	Exigences d'alimentation de la source	656
5.3.2	Exigences d'alimentation du destinataire	656
5.3.3	Exigences relatives à la gestion de l'alimentation d'un dispositif	656
5.4	Exigences relatives au processus de découverte et de mise en service de l'USB4	657
5.4.1	Connexion USB Type-C initiale	657
5.4.2	Contrat d'alimentation électrique par port USB	657
5.4.3	Processus de découverte et de mise en service de l'USB4	657
5.4.3.1	Découverte de dispositifs USB4 (SOP)	659
5.4.3.2	Découverte de câbles USB4 (SOP')	659
5.4.3.3	Mise en service de l'USB4	662
5.4.4	Fonctionnement après mise en service de l'USB4	662
5.4.4.1	Pendant le fonctionnement USB4	662
5.4.4.2	Sortie du fonctionnement USB4	662
5.5	Exigences relatives à la connexion des hubs USB4	663

5.5.1	Exigences relatives à la connexion initiale des ports d'un hub USB4	663
5.5.2	Découverte des capacités de l'hôte et de l'UFP d'un hub USB4	663
5.5.3	Exigences relatives à la connexion au DFP d'un hub	664
5.5.3.1	Connexions spéculatives	664
5.5.3.2	Connexions fonctionnelles	664
5.5.4	Exemples de processus de comportement de connexion des ports d'un hub	664
5.5.5	Connexion aux hubs USB4 en aval	672
5.5.6	Exigences fonctionnelles concernant le repli des hubs USB4	672
5.6	Exigences relatives à la connexion des dispositifs USB4	672
5.6.1	Mise en correspondance de repli des fonctions périphériques USB4 vers les types de classes de dispositifs USB	672
5.7	Valeurs de paramètres	673
5.7.1	Paramètres de temporisation	673
6	Câbles actifs	674
6.1	Diagramme d'états USB Type-C	676
6.2	Exigences relatives à l'USB PD	676
6.2.1	Exigences relatives aux câbles actifs USB PD	678
6.2.2	Messages USB PD des câbles OIAC	679
6.2.3	Comportements des câbles actifs courts en réponse aux événements d'alimentation électrique	692
6.3	Processus et diagrammes d'états de connexion des câbles OIAC	693
6.3.1	Processus de connexion des câbles OIAC – Découverte – Phase 1	693
6.3.2	Processus de connexion des câbles OIAC – Réamorçage – Phase 2	695
6.3.3	Processus de connexion des câbles OIAC – Configuration – Phase 3	696
6.3.4	Diagramme d'états de connexion de la fiche A d'un câble OIAC	699
6.3.5	Diagramme d'états de connexion de la fiche B d'un câble OIAC	707
6.4	Exigences d'alimentation des câbles actifs	712
6.4.1	Exigences relatives à la VBUS	712
6.4.2	Exigences relatives à la VBUS d'un câble OIAC	712
6.4.3	Règles USB PD à l'état actif	715
6.4.4	Exigences relatives à la VCONN	716
6.5	Exigences mécaniques	716
6.5.1	Exigences thermiques	716
6.5.2	Espacement des fiches	717
6.6	Exigences électriques	717
6.6.1	Exigence concernant l'efficacité de l'écrantage	717
6.6.2	Exigence concernant les signaux à basse vitesse	717
6.6.3	USB 2.0	718
6.6.4	USB 3.2	719
6.6.5	USB4	726
6.6.6	Facteur d'adaptation	740
6.7	Câbles actifs qui prennent en charge les modes alternatifs	741
6.7.1	Discover SVIDs	741
6.7.2	Discover Modes	741
6.7.3	Modes Enter/Exit	741
6.7.4	Alimentation en modes alternatifs	741
A	Mode accessoire d'adaptateur audio	742
A.1	Vue d'ensemble	742

A.2	Description	742
A.3	Exigences électriques	744
A.4	Exemples de mises en œuvre.....	745
A.4.1	Adaptateur passif 3,5 mm-USB Type-C – Commutateur de détection à pôle unique.....	745
A.4.2	Adaptateur 3,5 mm-USB Type-C qui assume une charge de 500 mA	746
B	Mode accessoire de débogage	748
B.1	Vue d'ensemble.....	748
B.2	Fonctionnel	748
B.2.1	Récapitulatif des signaux.....	749
B.2.2	Interopérabilité des ports.....	749
B.2.3	Entrée en mode accessoire de débogage	749
B.2.4	Diagrammes d'états de connexion	750
B.2.5	Comportement d'interopérabilité des ports d'un DTS	759
B.2.6	Détection de l'orientation	769
B.3	Exigences de sécurité/confidentialité:.....	770
C	Audio numérique USB Type-C	771
C.1	Vue d'ensemble.....	771
C.2	Spécifications USB Type-C audio numérique.....	771
D	Considérations relatives à la conception thermique des câbles actifs	773
D.1	Introduction	773
D.2	Modèle	773
D.2.1	Hypothèses	773
D.2.2	Architecture du modèle.....	774
D.2.3	Sources de chaleur.....	775
D.2.4	Flux thermique.....	775
D.3	Câble actif USB 3.2 à voie unique	776
D.3.1	Considérations relatives à la conception des câbles actifs USB 3.2 à voie unique.....	776
D.4	Câbles actifs à double voie.....	779
D.4.1	Considérations relatives à la conception des câbles actifs USB 3.2 à double voie.....	780
D.4.2	Câble actif USB 3.2 à double voie en configuration à plusieurs ports.....	782
D.5	Considérations relatives à la conception des hôtes et des dispositifs USB 3.2.....	784
D.5.1	Diffusion ou dissipation thermique à partir de l'hôte ou du dispositif	784
D.5.2	Contrôle de la température de la carte mère	785
D.5.3	Espacement élargi des ports pour les applications à plusieurs ports.....	785
D.5.4	Stratégies d'alimentation	785
E	Modes alternatifs	786
E.1	Architecture des modes alternatifs.....	786
E.2	Exigences relatives aux modes alternatifs	786
E.2.1	Réaffectation des broches en mode alternatif	787
E.2.2	Exigences électriques relatives aux modes alternatifs	788
E.3	Valeurs de paramètres	791
E.4	Exemple de mode alternatif - Station d'accueil USB DisplayPort™	792
E.4.1	Exemple de station d'accueil USB DisplayPort™	792
E.4.2	Vue d'ensemble fonctionnelle	793
E.4.3	Récapitulatif fonctionnel	794
F	Découverte de compatibilité et mise en service de Thunderbolt 3	795

F.1	Exigences fonctionnelles concernant le mode de compatibilité TBT3	795
F.1.1	Exigences d'alimentations compatibles TBT3.....	795
F.1.2	Exigences relatives aux hôtes compatibles TBT3.....	795
F.1.3	Exigences en amont concernant les dispositifs compatibles TBT3	795
F.1.4	Exigences en aval concernant les dispositifs compatibles TBT3	795
F.1.5	Dispositif autoalimenté compatible TBT3 sans règles prédéfinies pour les ports en amont.....	796
F.1.6	Dispositifs compatibles TBT3 avec câble captif.....	796
F.2	Processus de découverte et de mise en service TBT3	796
F.2.1	Réponses de découverte d'identité d'un câble passif TBT3	798
F.2.2	Réponses de découverte d'identité d'un câble actif TBT3.....	800
F.2.3	Réponses de découverte d'identité d'un dispositif TBT3.....	803
F.2.4	Réponses de découverte de SVID TBT3	804
F.2.5	Réponses de découverte de mode d'un dispositif TBT3.....	805
F.2.6	Réponses de découverte de mode d'un câble TBT3	806
F.2.7	Commande Enter Mode d'un câble TBT3	807
F.2.8	Commande Enter Mode d'un dispositif TBT3.....	808
F.2.9	Récapitulatif des différences fonctionnelles entre les câbles TBT3	809
G	Extraction de la réponse aux impulsions des données échantillonnées et calcul du bruit de non-linéarité.....	811
H	Considérations relatives à la conception USB PD haute tension	813
H.1	Éventuels dommages dus à l'arc lors du retrait du câble.....	813
H.2	Arc lors du retrait du câble USB Type-C	813
H.3	Atténuation des dommages dus à l'arc lors du retrait du câble en raison d'une décharge du destinataire	815
H.3.1	Limitation de la vitesse de décharge du Destinataire.....	816
H.3.2	Retrait de la charge	818
H.3.3	Limitation de la capacité électrique de la Source.....	820

FIGURES

Figure 2-1	Interface d'une embase USB Type-C (vue de face).....	420
Figure 2-2	Interface d'une fiche USB Type-C Complète (vue de face).....	421
Figure 3-1	Dimensions d'interface d'une embase USB Type-C.....	432
Figure 3-2	Schéma de référence des zones de contact d'un ressort CEM externe pour une fiche USB Type-C.....	435
Figure 3-3	Dimensions d'interface d'une fiche USB Type-C Complète	436
Figure 3-4	Empreinte de référence d'une embase USB Type-C montée à la verticale (informative). 441	
Figure 3-5	Empreinte de référence d'une embase USB Type-C montée à angle droit, en surface et sur deux rangées (informative)	442
Figure 3-6	Empreinte de référence d'une embase USB Type-C hybride montée à angle droit (informative)	443
Figure 3-7	Empreinte de référence d'une embase USB Type-C montée en surface, au centre et sur deux rangées (informative)	444
Figure 3-8	Empreinte de référence d'une embase USB Type-C hybride montée au centre (informative)	445
Figure 3-9	Empreinte de référence d'une embase USB 2.0 Type-C à insérer montée à angle droit (informative)	447
Figure 3-10	Empreinte de référence d'une embase USB 2.0 Type-C montée à angle droit sur une rangée (informative).....	448
Figure 3-11	Dimensions d'interface d'une fiche <i>USB 2.0</i> Type-C	450
Figure 3-12	Exigences relatives à la pointe du ressort d'écrantage CEM d'une fiche USB Type-C... 455	
Figure 3-13	Schéma de référence de la plaque médiane de l'embase	456
Figure 3-14	Schéma de référence du verrou latéral	457

Figure 3-15 Représentation du verrou soudé à la terre de la carte d'accès	457
Figure 3-16 Schéma de référence du ressort CEM interne d'une fiche USB Type-C Complète	458
Figure 3-17 Schéma de référence du ressort CEM interne d'une fiche <i>USB 2.0</i> Type-C.....	460
Figure 3-18 Schéma de référence d'une plaque CEM interne.....	462
Figure 3-19 Schéma de référence d'une embase USB Type-C équipée de ressorts CEM externes .	463
Figure 3-20 Conception de référence de la carte d'accès d'une fiche USB Type-C Complète	464
Figure 3-21 Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet; exemple de fil coaxial avec VCONN.....	468
Figure 3-22 Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet; exemple de fil coaxial sans VCONN.....	468
Figure 3-23 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet normalisé	473
Figure 3-24 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Standard-A.....	476
Figure 3-25 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A.....	478
Figure 3-26 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B.....	479
Figure 3-27 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B.....	481
Figure 3-28 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B.....	482
Figure 3-29 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B	483
Figure 3-30 Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B	485
Figure 3-31 Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 3.1</i> Standard-A.....	486
Figure 3-32 Ensemble adaptateur USB Type-C vers embase <i>USB 2.0</i> Micro-B.....	488
Figure 3-33 Représentation des points d'essai pour un ensemble câble-connecteurs couplé.....	490
Figure 3-34 Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée (USB 3.2 Gen 2 et USB4 Gen 2)	491
Figure 3-35 Exigence concernant le facteur d'adaptation différentiel recommandé	492
Figure 3-36 Exigence concernant la diaphonie différentielle recommandée	492
Figure 3-37 Exigence concernant la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles recommandées entre la paire USB D+/D- et les paires TX/RX	493
Figure 3-38 Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée (USB4 Gen3)	494
Figure 3-39 Représentation de l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist.....	495
Figure 3-40 Spectre d'une impulsion en entrée	496
Figure 3-41 Limite d'IMR en fonction de $IL_{fitatNq}$	496
Figure 3-42 Limite d'IRL en fonction de $IL_{fitatNq}$	498
Figure 3-43 Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun	499
Figure 3-44 Limite d'IMR en fonction de IL_{fit} à 10 GHz (USB4 Gen3).....	502
Figure 3-45 Définition du port, de la victime et de l'agresseur	503
Figure 3-46 Limite I_{XT_DP} et I_{XT_USB} en fonction de IL_{fit} à 10 GHz (USB4 Gen3).....	503
Figure 3-47 Limite d'IRL en fonction de $IL_{fitatNq}$ (USB4 Gen3)	504
Figure 3-48 Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun (USB4 Gen3).....	504
Figure 3-49 Ensemble câble-connecteurs dans le système	505
Figure 3-50 Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil CC et le fil D+/D-	507
Figure 3-51 Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les câbles USB 2.0 Type-C	508
Figure 3-52 Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les câbles USB- Type-C Complètes.....	508
Figure 3-53 Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil VBUS et le fil D+/D-	509
Figure 3-54 Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A et SBU_B	510
Figure 3-55 Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A/SBU_B et CC.....	510
Figure 3-56 Exigence concernant le couplage entre SBU_A et D+/D- en mode différentiel, et entre SBU_B et D+/D- en mode différentiel	511
Figure 3-57 Représentation du connecteur couplé USB Type-C.....	512
Figure 3-58 Limites d'impédance recommandées d'un connecteur couplé USB Type-C.....	512
Figure 3-59 Dimensions recommandées des vides de terre pour une embase USB Type-C	513
Figure 3-60 Limites recommandées pour la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles entre la paire D+/D- et les paires TX/RX.....	515
Figure 3-61 Limites recommandées pour la conversion du mode différentiel en mode commun	516
Figure 3-62 Limite d'IMR en fonction de $IL_{fitatNq}$ pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers existant.....	520
Figure 3-63 Limite d'IRL en fonction de $IL_{fitatNq}$ pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers existant.....	520
Figure 3-64 Essai d'efficacité de l'écrantage d'un ensemble câble-connecteurs.....	523
Figure 3-65 Critères de réussite et d'échec pour l'efficacité de l'écrantage.....	524

Figure 3-66 Diagramme de mesure de la LLCR	525
Figure 3-67 Point de mesure de la température	527
Figure 3-68 Exemple de configuration de la trace de montage pour l'essai du courant assigné	527
Figure 3-69 Exemple de montage d'essai de continuité sur 4 axes.....	529
Figure 3-70 Exemple de montage d'essai de résistance à l'arrachement pour les fiches sans surmoulage.....	532
Figure 3-71 Montage d'essai de continuité/résistance à l'arrachement de référence.....	532
Figure 3-72 Exemple de point de défaillance mécanique pour l'essai de résistance à l'arrachement.....	533
Figure 3-73 Essai de résistance à l'arrachement avec un câble dans le montage.....	533
Figure 3-74 Exemple de collerette pour une embase de câble USB Type-C	536
Figure 3-75 Lignes directrices relatives à la CEM pour les verrous latéraux et la plaque médiane	537
Figure 3-76 Connexions du doigt CEM sur l'enveloppe de la fiche	537
Figure 3-77 Connexions de la plaque CEM sur l'enveloppe de l'embase.....	538
Figure 3-78 Exemples d'ouvertures de connecteur.....	538
Figure 3-79 Espacement minimal recommandé entre les connecteurs.....	539
Figure 3-80 Espace minimal recommandé pour le surmoulage de la fiche	539
Figure 3-81 Surmoulage de la fiche de câble et surface inclinée	540
Figure 4-1 Chute de tension ohmique d'un câble.....	543
Figure 4-2 Chute de tension ohmique des câbles alimentés	543
Figure 4-3 Modèle logique du routage du bus de données à voie unique sur les ports USB Type-C.....	552
Figure 4-4 Modèle logique des ports USB Type-C du dispositif à voie unique et connexion directe.....	552
Figure 4-5 Modèle CC de polarisation/dépolarisation	554
Figure 4-6 Modèle CC de source de courant/dépolarisation.....	555
Figure 4-7 Modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 d'une source	558
Figure 4-8 Modèle fonctionnel d'une source prenant en charge USB PD PR_Swap	559
Figure 4-9 Modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 d'un destinataire	560
Figure 4-10 Modèle fonctionnel d'un destinataire prenant en charge l'USB PD PR_Swap et VCONN_Swap	561
Figure 4-11 Modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 d'une DRP	561
Figure 4-12 Diagramme d'états de connexion: Source	567
Figure 4-13 Diagramme d'états de connexion: Destinataire	568
Figure 4-14 Diagramme d'états de connexion: destinataire avec prise en charge des accessoires	569
Figure 4-15 Diagramme d'états de connexion: DRP.....	570
Figure 4-16 Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SRC et des modes accessoires.....	571
Figure 4-17 Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SNK et des modes accessoires.....	573
Figure 4-18 Diagramme d'états de connexion: VPD de charge.....	574
Figure 4-19 Sous-états Sink Power.....	598
Figure 4-20 Diagramme d'états de connexion par câble passif avec marqueur électronique	600
Figure 4-21 Diagramme d'états de connexion par câble actif avec marqueur électronique	600
Figure 4-22 Diagramme d'états de gestion de câble Ra	602
Figure 4-23 Modèle fonctionnel d'une source branchée à un destinataire	604
Figure 4-24 Modèle fonctionnel d'une source branchée à une DRP	605
Figure 4-25 Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un destinataire.....	607
Figure 4-26 Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à une DRP – CAS n° 1.....	608
Figure 4-27 Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à une DRP – CAS n° 2 at 3.....	609
Figure 4-28 Modèle fonctionnel d'une source branchée à une source	612
Figure 4-29 Modèle fonctionnel d'un destinataire branché à un destinataire	613
Figure 4-30 Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un VPD.....	613
Figure 4-31 Exemple de modèle de DRP branchée à un dispositif USB alimenté par VCONN de charge	615
Figure 4-32 Modèle fonctionnel d'une source branchée à un port de dispositif existant	623
Figure 4-33 Modèle fonctionnel d'un port hôte existant branché à un destinataire	624
Figure 4-34 Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un port de dispositif existant	625
Figure 4-35 Modèle fonctionnel d'un port hôte existant branché à une DRP	626
Figure 4-36 Surveillance du courant par le destinataire avec les modèles de broches CC à polarisation/dépolarisation	630
Figure 4-37 Surveillance du courant par le destinataire avec les modèles de broches CC à source de courant/dépolarisation.....	630
Figure 4-38 USB PD sur les broches CC.....	631
Figure 4-39 Signalisation BMC USB PD sur les broches CC	632

Figure 4-40 Sortie d'un câble USB Type-C en tant que fonction de charge USB Type-C non PD...	637
Figure 4-41 Sortie d'un câble USB Type-C de chargeur USB PD de 0 A à 3 A en tant que fonction de charge.....	637
Figure 4-42 Sortie d'un câble USB Type-C de chargeur USB PD de 3 A à 5 A en tant que fonction de charge.....	638
Figure 4-43 Câble avec marquage électronique, VCONN étant connectée par le câble.....	643
Figure 4-44 Câble avec marquage électronique, avec SOP' à chaque extrémité	643
Figure 4-45 Exemple de cas d'utilisation d'un dispositif USB alimenté par VCONN de charge	646
Figure 4-46 Temporisation des DRP.....	649
Figure 5-1 Modèle du processus de découverte et de mise en service de l'USB4.....	658
Figure 5-2 Alignement du processus de connexion d'un hub USB4 sur un hôte et un dispositif USB4	665
Figure 5-3 Processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte USB 3.2 et un dispositif USB4	667
Figure 5-4 Alignement du processus de connexion d'un hub USB4 sur un hôte USB4 et un dispositif USB 3.2.....	668
Figure 5-5 Processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte et un dispositif USB 3.2	669
Figure 5-6 Processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte USB4 et un dispositif en mode alternatif DP	670
Figure 5-7 Processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte USB 3.2 et un dispositif en mode alternatif DP	671
Figure 6-1 Câble actif court avec marquage électronique, avec SOP' uniquement	677
Figure 6-2 Câble actif court avec marquage électronique, avec SOP' et SOP"	677
Figure 6-3 Câble actif à isolation optique avec marquage électronique	678
Figure 6-4 Transfert des messages USB PD des câbles OIAC.....	685
Figure 6-5 Permutation des rôles de transmission de données de câbles OIAC concluante.....	689
Figure 6-6 Permutation des rôles de transmission de données de câbles OIAC rejetée	689
Figure 6-7 Permutation des rôles de transmission de données de câbles OIAC en attente	690
Figure 6-8 Permutation des rôles de transmission de données de câbles OIAC rejetée par l'initiateur	691
Figure 6-9 Permutation des rôles de transmission de données de câbles OIAC mise en attente par l'initiateur	692
Figure 6-10 Découverte des câbles OIAC – Phase 1	694
Figure 6-11 Réamorçage du câble OIAC – Phase 2.....	695
Figure 6-12 Configuration de la fiche A du câble OIAC en tant qu'UFP – Phase 3.....	696
Figure 6-13 Configuration de la fiche A du câble OIAC en tant qu'UFP – Phase 3.....	697
Figure 6-14 Aucune connexion possible de la fiche A du câble OIAC avec le billboard – Phase 3	698
Figure 6-15 Diagramme d'états de la fiche A d'un câble OIAC – Partie 1 (Phase 1 et Phase 2)	699
Figure 6-16 Diagramme d'états de la fiche A d'un câble OIAC – Partie 2 (Phase 3).....	701
Figure 6-17 Diagramme d'états de la fiche B d'un câble OIAC.....	708
Figure 6-18 Topologies des câbles actifs.....	719
Figure 6-19 Exemples d'utilisation d'un câble OIAC qui exige un adaptateur ou un hub	722
Figure 6-20 Points d'essai électrique USB SuperSpeed.....	723
Figure 6-21 Montage d'essai de conformité USB SuperSpeed	724
Figure 6-22 Définition des points de conformité.....	727
Figure 6-23 Masque de facteur d'adaptation différentiel RX.....	728
Figure 6-24 Montage d'essai de conformité du câble actif.....	729
Figure 6-25 Exemple de variation de fréquence de l'émetteur pendant un basculement d'horloge	731
Figure 6-26 Montage d'essai fonctionnel du câble actif	732
Figure 6-27 Montage de conformité du câble actif fondé sur le circuit d'amplification linéaire	733
Figure 6-28 Paramètres de gain spécifiés pour le câble actif du circuit d'amplification linéaire	737
Figure 6-29 Limite OUTPUT_NOISE / $IL_{fit}N_q$	738
Figure A-1 Exemple d'adaptateur passif 3,5 mm-USB Type-C.....	745
Figure A-2 Exemple d'adaptateur 3,5 mm-USB Type-C qui assume une charge de 500 mA.....	747
Figure B-1 Comportement par couche du mode accessoire de débogage USB Type-C.....	748
Figure B-2 Interface de la fiche d'un DTS	749
Figure B-3 Diagramme d'états de connexion: Source d'un DTS.....	750
Figure B-4 Diagramme d'états de connexion: Destinataire d'un DTS.....	751
Figure B-5 Diagramme d'états de connexion: DRP d'un DTS	752
Figure B-6 Sous-états TS Sink Power.....	757
Figure D-1 Modèle de câble actif (port unique, embase à montage supérieur).....	774
Figure D-2 Architecture du modèle	774

Figure D-3 Sources de chaleur et voies thermiques.....	775
Figure D-4 Configuration des connecteurs horizontaux à empilage vertical 3 x 1 (VERT).....	777
Figure D-5 Configuration des connecteurs verticaux à empilage horizontal 1 x 3 (HZ90).....	777
Figure D-6 Configuration des connecteurs horizontaux à empilage horizontal 1 x 3 (HORZ).....	778
Figure D-7 Câble actif USB 3.2 à voie unique de 3 A en configuration à trois ports.....	778
Figure D-8 Câble actif USB 3.2 à voie unique de 5A en configuration à trois ports.....	779
Figure D-9 Impact de la puissance du surmoulage P _O et de la température de limite thermique T _{MB} à une VBUS de 3 A en configuration à port unique.....	781
Figure D-10 Impact de la puissance du surmoulage P _O et de la température de limite thermique T _{MB} à une VBUS de 5 A en configuration à port unique.....	781
Figure D-11 Conception de câbles dongles actifs USB 3.2 (une extrémité représentée).....	782
Figure D-12 Câble actif USB 3.2 à double voie de 3 A en configuration à trois ports.....	783
Figure D-13 Câble actif USB 3.2 à double voie de 5A en configuration à trois ports.....	784
Figure D-14 Exemple: Diffuseur de chaleur supplémentaire sur l'embase de l'hôte ou du dispositif.....	785
Figure D-15 Exemple: Dissipation thermique par le châssis de l'hôte ou du dispositif.....	785
Figure E-1 Broches disponibles pour une reconfiguration dans un câble complet.....	787
Figure E-2 Broches disponibles pour une reconfiguration dans des applications à connexion directe.....	787
Figure E-3 Mise en œuvre en mode alternatif avec un câble USB Type-C vers USB Type-C.....	789
Figure E-4 Mise en œuvre en mode alternatif avec un câble ou un dispositif USB Type-C vers mode alternatif.....	790
Figure E-5 Exemple de station d'accueil USB DisplayPort.....	792
Figure F-1 Processus de découverte TBT3.....	797
Figure H-1 Dommages dus à l'arc sur les contacts USB Type-C VBUS.....	813
Figure H-2 Arc dû à la décharge.....	814
Figure H-3 Empêcher la formation d'arcs pendant la décharge du destinataire en limitant la vitesse de balayage.....	816
Figure H-4 Empêcher la formation d'arcs pendant la décharge du Destinataire par retrait de la charge.....	818

TABLEAUX

Tableau 2-1 Récapitulatif des options d'alimentation.....	425
Tableau 3-1 Ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés.....	427
Tableau 3-2 Ensembles câble-connecteurs USB Type-C existants.....	428
Tableau 3-3 Ensembles adaptateurs USB Type-C existants.....	429
Tableau 3-4 Affectation des broches de l'interface d'une embase USB Type-C.....	465
Tableau 3-5 Affectation des broches de l'interface d'une embase USB Type-C pour la prise en charge d'USB 2.0 uniquement.....	466
Tableau 3-6 Affectation des fils pour un câble USB Type-C normalisé.....	470
Tableau 3-7 Affectation des fils d'un câble USB Type-C pour les câbles/adaptateurs existants.....	471
Tableau 3-8 Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés.....	472
Tableau 3-9 Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant.....	472
Tableau 3-10 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet normalisé.....	474
Tableau 3-11 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB 2.0 Type-C normalisé.....	475
Tableau 3-12 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Standard-A..	477
Tableau 3-13 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 2.0 Standard-A..	478
Tableau 3-14 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Standard-B..	480
Tableau 3-15 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 2.0 Standard-B..	481
Tableau 3-16 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 2.0 Mini-B.....	482
Tableau 3-17 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Micro-B.....	484
Tableau 3-18 Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 2.0 Micro-B.....	485
Tableau 3-19 Câblage de l'ensemble adaptateur USB Type-C vers embase USB 3.1 Standard-A.....	487
Tableau 3-20 Câblage de l'ensemble adaptateur USB Type-C vers embase USB 2.0 Micro-B.....	488
Tableau 3-21 Exemples de perte d'insertion différentielle pour TX/RX avec une construction en paire torsadée.....	489
Tableau 3-22 Exemples de perte d'insertion différentielle pour USB TX/RX avec une construction coaxiale.....	490

Tableau 3-23 Paramètres clés du fichier de configuration de la COM	505
Tableau 3-24 Exigences électriques concernant les fils CC et SBU	506
Tableau 3-25 Matrice de couplage des signaux à basse vitesse.....	507
Tableau 3-26 Inductance mutuelle maximale (M) entre VBUS et les lignes de signaux à basse vitesse.....	509
Tableau 3-27 Exigences relatives à l'intégrité du signal USB D+/D- pour les ensembles câble-connecteurs passifs USB Type-C vers USB Type-C	511
Tableau 3-28 Caractéristiques recommandées d'intégrité de signal pour des connecteurs couplés USB Type-C (informatives).....	514
Tableau 3-29 Caractéristiques d'intégrité de signal pour une embase USB Type-C pour USB4 Gen3 (normatives)	516
Tableau 3-30 Exigences relatives à l'intégrité du signal USB D+/D- pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers USB existant.....	518
Tableau 3-31 Objectifs de conception pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Gen2 existant (informatifs).....	518
Tableau 3-32 Exigences relatives à l'intégrité du signal pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Gen2 existant (normatives).....	519
Tableau 3-33 Exigences relatives à l'intégrité du signal USB D+/D- pour les ensembles adaptateurs USB Type-C vers USB existant (normatives)	521
Tableau 3-34 Objectifs de conception pour les ensembles adaptateurs USB Type-C vers USB 3.1 Standard-A (informatifs).....	522
Tableau 3-35 Exigences relatives à l'intégrité du signal pour un ensemble adaptateur USB Type-C vers embase USB 3.1 Standard-A (normatives).....	522
Tableau 3-36 CCI d'essai du courant assigné	527
Tableau 3-37 Exigence concernant la résistance en courant continu maximale (normative).....	528
Tableau 3-38 Exigences relatives à la force et au moment	531
Tableau 3-39 Conditions d'essai environnementales.....	534
Tableau 3-40 Matériaux de référence	535
Tableau 4-1 Liste des signaux utilisés sur les connecteurs USB Type-C.....	541
Tableau 4-2 Caractéristiques d'une source VBUS	544
Tableau 4-3 Caractéristiques d'un destinataire VBUS	545
Tableau 4-4 Récapitulatif des exigences de tension VCONN du port Source USB Type-C.....	546
Tableau 4-5 Caractéristiques d'une source VCONN.....	547
Tableau 4-6 Caractéristiques d'un destinataire VCONN de câble	548
Tableau 4-7 Caractéristiques d'un destinataire VPA (accessoire alimenté par VCONN).....	549
Tableau 4-8 Caractéristiques d'un destinataire VPD	550
Tableau 4-9 Interopérabilité d'un port USB Type-C	553
Tableau 4-10 Point de vue de la source.....	556
Tableau 4-11 Comportements de la source (hôte) et du destinataire (dispositif) par état.....	557
Tableau 4-12 Récapitulatif du comportement de permutation des ports USB PD.....	564
Tableau 4-13 Récapitulatif du modèle comportemental des rôles d'alimentation.....	565
Tableau 4-14 États des broches CC d'un port source	576
Tableau 4-15 États des broches CC d'un port destinataire	576
Tableau 4-16 États obligatoires et facultatifs	603
Tableau 4-17 Ordre de priorité pour l'utilisation des sources d'alimentation	627
Tableau 4-18 Annonce de courant USB Type-C et équivalent PDP.....	629
Tableau 4-19 Limite de courant maximal du destinataire lorsqu'il est branché au CTVPD	634
Tableau 4-20 Exemples de courant maximal entre le VPD de charge et le destinataire selon l'impédance sur les broches VBUS et GND	634
Tableau 4-21 Temporisation SOP' et SOP"	644
Tableau 4-22 Exigences relatives à l'impédance CC du VPD de charge (RccCON)	645
Tableau 4-23 Exigences relatives au découplage de la VBUS du port de charge du CTVPD	646
Tableau 4-24 Exigences relatives aux terminaisons CC de la source (Rp).....	647
Tableau 4-25 Exigences relatives aux terminaisons CC du destinataire (Rd).....	647
Tableau 4-26 Exigences relatives aux terminaisons des câbles alimentés	647
Tableau 4-27 Exigences relatives aux terminaisons CC pour les états Disabled, ErrorRecovery et Unpowered Source	648
Tableau 4-28 Exigences relatives aux terminaisons SBU	648
Tableau 4-29 Paramètres de temporisation de la VBUS et de la VCONN.....	649
Tableau 4-30 Paramètres de temporisation des DRP	650
Tableau 4-31 Paramètres de temporisation des broches CC	651
Tableau 4-32 Tensions CC côté source - USB par défaut.....	652

Tableau 4-33 Tensions CC côté source – 1,5 A à 5 V	652
Tableau 4-34 Tensions CC côté source – 3,0 A à 5 V	652
Tableau 4-35 Tension sur les broches CC d'un destinataire (courant USB Type-C par défaut uniquement)	653
Tableau 4-36 Tension sur les broches CC d'un destinataire (annonces de courant de plusieurs sources).....	653
Tableau 4-37 Tension de blocage de la broche CC.....	653
Tableau 5-1 Câbles certifiés lorsqu'un fonctionnement compatible USB4 est attendu	660
Tableau 5-2 Mise en correspondance de repli des fonctions périphériques USB4 vers les types de classes de dispositifs USB	673
Tableau 5-3 Disponibilité USB Billboard Device Class à l'issue d'un échec de mise en service d'un dispositif USB4	673
Tableau 6-1 Comparaison des câbles actifs	675
Tableau 6-2 Récapitulatif des fonctionnalités des câbles actifs.....	676
Tableau 6-3 Récapitulatif de l'identité de câble USB4	679
Tableau 6-4 Comportement des messages USB PD des câbles OIAC lors de la connexion initiale.....	680
Tableau 6-5 Messages USB PD des câbles OIAC qui ne traversent pas les câbles à l'état actif....	682
Tableau 6-6 Messages USB PD des câbles OIAC adressés à SOP qui traversent les câbles OIAC à l'état actif.....	684
Tableau 6-7 Temporisation des messages USB PD des câbles OIAC	686
Tableau 6-8 Messages SOP des câbles OIAC qui se terminent sur la fiche de câble	686
Tableau 6-9 Capacités des ports et des fiches	693
Tableau 6-10 PDO Sink_Capabilities d'un câble OIAC (SOP) lors de la connexion initiale	713
Tableau 6-11 PDO Sink_Capabilities_Extended d'un câble OIAC (SOP) lors de la connexion initiale.....	714
Tableau 6-12 RDO Sink d'un câble OIAC (SOP) lors de la connexion initiale	714
Tableau 6-13 RDO Active Sink d'un câble OIAC (SOP)	715
Tableau 6-14 PDO Sink_Capabilities d'un câble OIAC (SOP) à l'état actif	716
Tableau 6-15 Exigences relatives à la température des câbles.....	717
Tableau 6-16 Récapitulatif des fonctionnalités des câbles actifs.....	718
Tableau 6-17 Exigences relatives à la mise sous tension des câbles actifs.....	720
Tableau 6-18 Délai USB 3.2 U0 maximal pour un câble OIAC.....	721
Tableau 6-19 Utilisations avec un câble OIAC qui exige un adaptateur ou un hub.....	721
Tableau 6-20 Exigences relatives aux états U de l'USB 3.2.....	723
Tableau 6-21 Oscillation de la source contrainte USB 3.2 d'un câble actif, TP1.....	725
Tableau 6-22 Gigue de la source contrainte USB 3.2 d'un câble actif, TP1	725
Tableau 6-23 Oscillation de l'entrée USB 3.2 d'un câble actif au niveau du TP2 (informative).....	726
Tableau 6-24 Oscillation de la sortie USB 3.2 d'un câble actif au niveau du TP3 (informative).....	726
Tableau 6-25 Définition des points de conformité	727
Tableau 6-26 Spécifications de sortie du câble actif USB4 fondé sur le circuit de retemporisation, appliquées pour toutes les vitesses (au niveau de TP3').....	730
Tableau 6-27 Conditions de réception contraintes pour un essai de conformité de câble USB4 Gen2 et Gen3 (au niveau de TP2).....	732
Tableau 6-28 Paramètres de sortie du câble actif fondé sur le circuit d'amplification linéaire.....	735
Tableau 6-29 Signal d'entrée au niveau de TP2 pour l'essai de conformité.....	735
Tableau 6-30 Exigences d'état USB4 CL.....	740
Tableau A-1 Affectation des broches audio analogiques USB Type-C	743
Tableau A-2 Paramètres électriques assignés des broches audio analogiques USB Type-C	744
Tableau B-1 Interopérabilité des ports des DTS-TS	749
Tableau B-2 Valeurs du courant de charge Rp/Rp pour la source d'un DTS	757
Tableau B-3 États obligatoires et facultatifs	759
Tableau D-1 Exemples de sources de chaleur et de dissipation thermique (câble de 1,5 W et 5 A)	776
Tableau D-2 Études de cas de conception de câbles actifs USB 3.2 à port unique avec une température ambiante de 35 °C et une limite thermique de 60 °C (voie unique).....	777
Tableau D-3 Études de cas de conception de câbles actifs USB 3.2 à port unique avec une température ambiante de 35 °C et une limite thermique de 60 °C (double voie).....	780
Tableau E-1 Exigences électriques concernant l'USB Safe State	791
Tableau E-2 Disponibilité USB Billboard Device Class à l'issue d'un échec d'entrée en mode alternatif.....	791
Tableau E-3 Exigences relatives à l'introduction de bruits sur les signaux en mode alternatif.....	791

Tableau F-1 Réponses de VDO de découverte d'identité d'un câble passif TBT3	798
Tableau F-2 VDO d'un câble passif TBT3 pour l'USB PD Révision 2.0, Version 1.3	799
Tableau F-3 VDO d'un câble passif TBT3 pour l'USB PD Révision 3.0, Version 1.2	799
Tableau F-4 Réponses de VDO de découverte d'identité d'un câble actif TBT3	800
Tableau F-5 VDO d'un câble actif TBT3 pour l'USB PD Révision 2.0, Version 1.3	801
Tableau F-6 VDO 1 d'un câble actif TBT3 pour l'USB PD Révision 3.0, Version 1.2	802
Tableau F-7 VDO 2 d'un câble actif TBT3 pour l'USB PD Révision 3.0, Version 1.2	802
Tableau F-8 Réponses de VDO de découverte d'identité d'un dispositif TBT3	803
Tableau F-9 Réponses de VDO de découverte de SVID TBT3	804
Tableau F-10 Réponses de VDO de découverte de mode d'un dispositif TBT3	805
Tableau F-11 Réponses de VDO de découverte de mode d'un câble TBT3	806
Tableau F-12 Commande Enter Mode d'un câble TBT3	807
Tableau F-13 Commande Enter Mode d'un dispositif TBT3	808
Tableau F-14 Récapitulatif des différences fonctionnelles entre les câbles TBT3	809
Tableau G-1 Paramètres d'extraction de l'impulsion linéaire	812

Présidence du groupe de travail/Éditeurs de la spécification

Intel Corporation (USB Promoter company)	Yun Ling – Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor Brad Saunders – Plenary/Functional WG chair, Specification Co-author
Specwerkz	Bob Dunstan – Functional WG co-chair, Specification Co-author
Seagate	Alvin Cox, Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor

Contributeurs du groupe de travail de la spécification

Note: Pour des raisons historiques, la liste ci-dessous inclut également les contributeurs qui étaient membres du groupe de travail et associés aux affiliations à la société au moment de la version 1.0 initiale et de la version 2.0.

Advanced-Connectek, Inc. (ACON)	Victory Chen	Conrad Choy	Alan Tsai
	Glen Chandler	Vicky Chuang	Wayne Wang
	Dennis Cheung	Jessica Feng	Stephen Yang
	Jeff Chien	Aven Kao	Sunney Yang
	Lee (Dick Lee) Ching	Danny Liao	
Advanced Micro Devices	Steve Capezza	Jason Hawken	Joseph Scanlon
	Walter Fry	Gerald Merits	Peter Teng
	Will Harris	Tim Perley	Sujan Thomas
Allion Labs, Inc.	Howard Chang	Yan Ken	Chester Tsai
	Alex Chuang	Stan Lin	Chou Tsungbo
	Maroco Fan	Minoru Ohara	
	Terry Kao	Brian Shih	
Amphenol Corporation	Louis Chan	Terry Ke	Shawn Wei
	Zhineng Fan	Martin Li	Alan Yang
	Jesse Jaramillo	Lino Liu	
Agilent Technologies, Inc.	James Choate		
Analogix Semiconductor, Inc.	Mehran Badii	Haijian Sui	Yueke Tang
	Greg Stewart		
Apple Inc. (USB Promoter company)	Colin Abraham	Brian Follis	Matthew Mora
	Mahmoud Amini	Zheng Gao	Nathan Ng
	Sree Anantharaman	Derek Iwamoto	James Orr
	Brian Baek	Scott Jackson	Keith Porthouse
	Paul Baker	Girault Jones	Breton Saunders
	Michael Bonham	Keong Kam	Reese Schreiber
	Carlos Calderon	Kevin Keeler	Sascha Tietz
	Jason Chung	Min Kim	Jennifer Tsai
	David Conroy	Woopoung Kim	Colin Whitby- Stevens
	Bill Cornelius	Alan Kobayashi	Jeff Wilcox
	Christophe Daniel	Alexei Kosut	Eric Wiles
	Raju Desai	Christine Krause	Dan Wilson
	William Ferry	Chris Ligtenberg	Dennis Yarak
	ASMedia Technology Inc.	Kuo Lung Li	
Bizlink Technology, Inc.	Alex Chou	Morphy Hsieh	Kevin Tsai
Cadence Design Systems, Inc.	Marcin Behrendt	Dariusz Kaczmarczyk	Neelabh Singh
	Huzaifa Dalal	Tomasz Klimek	Michal Staworko
	Pawel Eichler	Jie Min	Fred Stivers
	Sathish Kumar	Asila Nahas	Mark Summers
	Ganesan	Uyen Nguyen	Claire Ying

Canova Tech	Piergiorgio Beruto Andrea Maniero	Michael Marioli Antonio Orzelli	Paola Pilla Nicola Scantamburlo
Cirrus Logic Inc.	Sean Davis	Darren Holding	Brad Lambert
Corning Optical Communication LLC	Wojciech Giziewicz	Ian McKay	Jamie Silva
Cosemi Technologies Inc.	Samir Desai	Devang Parekh	
Cypress Semiconductor	Chia Hua Chang Mark Fu Naman Jain Savan Javia	Rushil Kadakia Benjamin Kropf Venkat Mandagulathur Anup Nayak	Jagadeesan Raj Sanjay Sancheti Subu Sankaran Anita Thimma Govarthanarajan
Dell	Mohammed Hijazi David Meyers Sean O'Neal	Ken Nicholas Ernesto Ramirez Siddhartha Reddy	Thomas Voor Merle Wood
Dialog Semiconductor (UK) Ltd.	Yimin Chen		
Diodes Incorporated	Kay Annamalai Justin Lee Paul Li	Bob Lo Jaya Shukla Qun Song	Jin-sheng Wang Ada Yip
DisplayLink (UK) Ltd.	Pete Burgers		
DJI Technology Co., Ltd.	Steve Huang		
Electronics Testing Center, Taiwan	Sophia Liu		
Elka International Ltd.	Roy Ting		
Ellisys	Abel Astley Rick Bogart	Mario Pasquali Chuck Trefts	Tim Wei
Etron Technology, Inc.	Chien-Cheng Kuo		
Feature Integration Technologies Inc.	Jacky Chan Chen Kris Yulin Lan	KungAn Lin Yuchi Tsao	Paul Yang Amanda Ying
Foxconn / Hon Hai	Patrick Casher Asroc Chen Brandon Chen Joe Chen Allen Cheng Jason Chou Edmond Choy Fred Fons	Chris Goralka Bob Hall Chien-Ping Kao Ji Li Ann Liu Terry Little Steve Sedio Christine Tran	Pei Tsao AJ Yang Yuan Zhang Jessica Zheng Jie Zheng Andy Yao
Foxlink/Cheng Uei Precision Industry Co., Ltd.	Robert Chen Sunny Chou Carrie Chuang Wen-Chuan Hsu Alex Hsue	Armando Lee Dennis Lee Justin Lin Robert Lu Tse Wu Ting	Steve Tsai Wen Yang Wiley Yang Junjie Yu
Fresco Logic Inc.	Brian Collins	Bob McVay	Christopher Meyers
Google	Naga Viswanadha Udaya Kiran Ammu Alec Berg Joshua Boilard Alec Berg Todd Broch Chao Fei Jim Guerin Jeffrey Hayashida Mark Hayter	Eric Herrmann Nithya Jagannathan Nathan Kolluru Lawrence Lam Adam Langley Benson Leung Abraham Levkoy Ingrid Lin Richard Palatin	Vincent Palatin Dylan Reid Adam Rodriguez David Schneider Stephan Schooley Toshak Singhal Ken Wu Songping Wu

Granite River Labs	Yung Han Ang Velmurugan Ayyakkannu Hariprasad Bhat Sandy Chang Allen Chen Swee Guan Chua	Alan Chuang Mike Engbretson Vishal Kakade Jesson Li Caspar Lin Bala M	Prasannakumar Marikunte Nagaraju Krishna Murthy Amy Peng Johnson Tan Annie Tao Chin Hun Yaep
Honor Device Co., Ltd.	Wang Feng		
Hirose Electric Co., Ltd.	Jeremy Buan William Kysiak Sang-Muk Lim	William MacKillop Gourgen Oganessyan	Eungsoo Shin Sid Tono
Hosiden Corporation	Takahisa Otsuji	Fumitake Tamaki	
HP Inc. (USB Promoter company)	Lee Atkinson Srinath Balaraman Rami Bathaniah Roger Benson Alan Berkema	Robin Castell Steve Chen Michael Krause Rahul Lakdawala	Jim Mann Linden McClure Mike Pescetto Asjad Shamim
I-PEX (Dai-ichi Seiko)	Alan Kinningham	Ro Richard	
Indie Semiconductor	Ian Board	Jim Wilshire	
Infineon Technologies	Tue Fatt David Wee		
Intel Corporation (USB Promoter company)	Dave Ackelson Mike Bell Dmitriy Berchanskiy Brad Berlin Pierre Bossart Kuan-Yu Chen Hengju Cheng Oded David Jhuda Dayan Paul Durley Saranya Gopal Yaniv Hayat Howard Heck Hao-Han Hsu Seppo Ingalsuo Abdul (Rahman) Ismail James Jaussi Ziv Kabiry	Vijaykumar Kadgi Luke Johnson Jerzy Kolinski Rolf Kuhnis Henrik Leegaard Edmond Lau Xiang Li Yun Ling Guobin Liu Steve McGowan Sankaran Menon Udaya Natarajan Aruni Nelson Chee Lim Nge Sagar Pawar Duane Quiet Kannappan Rajaraman Sridharan Ranganathan	Rajaram Regupathy Oren Salomon Brad Saunders Tomer Savariego Ehud Shoor Amit Srivastava Einat Surijan Ron Swartz David Thompson Karthi Vadivelu Tsion Vidal Stephanie Wallick Rafal Wielicki Devon Worrell Li Yuan Reza M. Zamani Vitaly Zhivov
Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Kenji Hagiwara Hiroaki Ikeda Masaki Kimura Toshio Masumoto Kenta Minejima Toshiyuki Moritake Joe Motojima Ron Muir	Tadashi Okubo Kazuhiro Saito Kimiaki Saito Yuichi Saito Mark Saubert Toshio Shimoyama Tatsuya Shioda Atsuo Tago	Masaaki Takaku Jussi Takaneva Junichi Takeuchi Tomohiko Tamada Kentaro Toda Kouhei Ueda Takakazu Usami Masahide Watanabe Youhei Yokoyama
JPC/Main Super Inc.	Sam Tseng	Ray Yang	
Kandou Bus SA	Hitaish Sharma	David Stauffer	Paul Wilson
Keysight Technologies Inc.	Pedro Merlo		
Kinetic Technologies, Inc.	Ramesh Dandapani	Jay Slivkoff	Sireesha Vemulapalli
Leadtrend	Yao-Wei Hsieh		

LeCroy Corporation	Mike Engbretson Daniel H. Jacobs	Tyler Joe	Giuseppe Leccia
Lenovo	Rob Bowser Tomoki Harada	Jianye Li Wei Liu	Howard Locker
LG Electronics Inc.	Do Kyun Kim	Yoon Jong Lee	
Lintes Technology Co., Ltd.	Tammy Huang Charles Kaun RD Lintes	Max Lo CT Pien	JinYi Tu Jason Yang
Lotes Co., Ltd.	Ariel Delos Reyes Ernest Han Mark Ho Regina Liu-Hwang	Charles Kaun Chi-Chang Lin James Lin Max Lo	John Lynch JinYi Tu Jason Yang
LSI Corporation	Dave Thompson		
Luxshare-ICT	Josue Castillo Daniel Chen Kenny Chen Lisen Chen Sally Chiu CY Hsu Blue Ho	Alan Kinningham Antony Lin Gorden Lin John Lin Stone Lin Alan Liu Sean O'Neal	Scott Shuey James Stevens Carr Wang Yangli Wang Eric Wen Pat Young
Maxim Integrated Products	Forrest Christo Ken Helfrich	Sang Kim Jeff Lo	Michael Miskho Jacob Scott
MCCI Corporation	Terry Moore		
MediaTek Inc.	Alex YC Lin		
MegaChips Corporation	Alan Kobayashi	Satoru Kumashiro	
Mercedes-Benz Research & Development, North America, Inc.	Hans Wickler		
Microchip (SMSC)	Josh Averyt Mark Bohm Shannon Cash Thomas Farkas Fernando Gonzalez	Matthew Kalibat Donald Perkins Richard Petrie Mohammed Rahman Andrew Rogers	John Sisto Anthony Tarascio Kiet Tran Christopher Twigg Prasanna Vengateshan
Microsoft Corporation (USB Promoter company)	Randy Aull Jim Belesiu Michelle Bergeron Fred Bhesania Anthony Chen Philip Froese Vivek Gupta David Hargrove Robbie Harris Teemu Helenius Robert Hollyer Lily Huang	Dan Iatco Kai Inha Jayson Kastens Andrea Keating Shoaib Khan Patrick Law Eric Lee Ivan McCracken Arvind Murching Gene Obie Toby Nixon Arjun Padmanabhan	Praveen Kumar Palacharla Rahul Ramadas Srivatsan Ravindran Nathan Sherman Bala Sivakumar Timo Toivola Vahid Vassey David Voth Andrew Yang Panu Ylihaavisto
Molex LLC	Adib Al Abaji	Alan MacDougall	
Monolithic Power Systems	Junyong Gong Di Han Yuncong Jiang	Istvan Nagy Chris Sporck	Ao Sun Vincent Wu
MQP Electronics Ltd.	Sten Carlsen	Pat Crowe	
Multilane Inc.	Fadi Daou	Rita Khawaja	Elias Khoury

NEC Corporation	Kenji Oguma		
Newnex Technology Corp.	Sam Liu	Nimrod Peled	
Nokia Corporation	Daniel Gratiot Pekka Leinonen	Samuli Makinen Pekka Talmola	Timo Toivola Panu Ylihaavisto
Nuvoton Technology Corp.	Nimrod Peled		
NVIDIA	Jamie Aitken		
NXP Semiconductors	Mahmoud EL Sabbagh Dennis Ha	Ken Jaramillo Vijendra Kuroodi	Guru Prasad Krishnan TN
Oculus VR LLC	Amish Babu	Marty Evans	Joaquin Fierro
ON Semiconductor	Edward Berrios Rod Comer Eduardo De Reza	Oscar Freitas Christian Klein Amir Lahooti	Eric Maier Rick Pierce Michael Smith
Parade Technologies, Inc.	Jian Chen Brian Collins Robert McVay	Craig Wiley Paul Xu	Alan Yuen Jingfan Zhang
Power Integrations	Shruti Anand Rahul Joshi	Aditya Kulkarni Akshay Nayaknur	Amruta Patra
Qualcomm, Inc.	Lior Amarilio Vara Prasad Arikatla Aris Balatsos Nicholas Cadieux David Chang Tomer Ben Chen Richard Burrows Amit Gil	James Goel Amit Gupta Philip Hardy Will Kun Jonathan Luty Lalan Mishra George Paparrizos Vatsal Patel	Jack Pham Vamsi Samavedam Matthew Sienko Dmitrii Vasilchenko Joshua Warner Chris Wiesner
Realtek Semiconductor Corp.	Marco Chiu Tsung-Peng Chuang Charlie Hsu Fan-Hau Hsu	Ty Kingsmore Ray Lee Jay Lin Ryan Lin	Terry Lin Chuting Su Changhung Wu
Renesas Electronics Corp. (USB Promoter company)	Kai Bao Yen-Mo Chen Nobuo Furuya	Philip Leung Kiichi Muto Ziba Nami	Hajime Nozaki Yosuke Sasaki Toshifumi Yamaoka
Richtek Technology Corp.	Ben Chiang Max Huang	Leo Kang Roger Lo	Ken Shih Alex Yang
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG	Kai Uwe Schmidt	Martin Stumpf	Randy White
Rohm Co., Ltd.	Mark Aaldering Kris Bahar Ruben Balbuena Nobutaka Itakura	Yusuke Kondo Arun Kumar Chris Lin Kazuomi Nagai	Yoshinori Ohwaki Takashi Sato Hiroshi Yoshimura
Samsung Electronics Co., Ltd.	Jaedeok Cha KangSeok Cho Junhwa Choi Woojin Choi Yeongbok Choi Cheolyoon Chung Ilhyung Chung JaeRyong Han Jaehyeok Jang Wonseok Jang	Sung Geun Joo Koyoungwon Kim Sangju Kim Soondo Kim Woonki Kim Jagoun Koo Termi Kwon Cheolho Lee Edward Lee	Jun Bum Lee Jinyoung Oh Chahoon Park Chulwoo Park Youngjin Park Jung Waneui Sungeun Yoon
SB C&S Corp.	Toshinari Nakamura Morito Ogikubo	Eiji Sakai	Kenji Watanabe

Seagate	Alvin Cox Emmanuel Lemay	Tony Priborsky Tom Skaar	Dan Smith
Shenzhen Deren Electronic Co., Ltd.	Smark (Zhudong) Huo Wen Fa Lei	Yang Lirong	Lucy Zhang
Silicon Line GmbH	Ian Jackson	Boleslaw Wojtowicz	Zhiying Zhang
SiliConch Systems Private Limited	Jaswanth Ammineni Pavitra Balasubramanian Kaustubh Kumar Aniket Mathad	Shubham Paliwal Jinisha Patel Vinay Patel Rakesh Polasa	Vishnu Pusuluri Ranjith S Abhishek Sardeshpande Satish Anand Verkila
Simula Technology Inc.	John Chang Voss Cheng Thomas Li	Jung Lin Jyunming Lin Doris Liu	Richard Liu CK Wang Alice Yu
Softnaotics LLP	Bhavesh Desai Hetal Jariwala	Dipakkumar Modi Ishita Shah	Ujjwal Talati
Sony Corporation	Shinichi Hirata	Shigenori Tagami	
Spectra7 Microsystems Corp.	Andrew Kim	James McGrath	John Mitchell
Specwerkz	Robert Dunstan	Amanda Hosler	Diane Lenox
STMicroelectronics (USB Promoter company)	Jerome Bach Nathalie Ballot Filippo Bonaccorso Guenael Cadier Dominique Chaillot Christophe Cochard Nicolas Florenchie	Cedric Force Gregory Gosciniak Chekib Hammami Joel Huloux Christophe Lorin Yohann Martiniault Patrizia Milazzo	Federico Musarra Pascal Legrand Richard O'Connor Massimo Panzica Nicolas Perrin
Sumitomo Electric Ind., Ltd.	Takeshi Inoue Yasuhiro Maeda	Wataru Sakurai Sainer Siagian	Masaki Suzuki Mitsuaki Tamura
Synaptics Inc.	Daniel Bogard Dan Ellis	Jeff Lukanc	Prashant Shamarao
Synopsys, Inc.	Subramaniam Aravindhan	Morten Christiansen Nivin George	Satya Patnala John Stonick
Taiwan Testing and Certification Center	Sophia Liu		
Tektronix, Inc.	Sourabh Das Mark Guenther	Abhijeet Shinde	Randy White
Texas Instruments (USB Promoter company)	Jawaid Ahmad Mike Campbell Greg Collins Gary Cooper Anant Gole GP Gopalakrishnan Craig Greenberg Richard Hubbard Nate Johnson Michael Koltun IV Yoon Lee Grant Ley	Win Maung Shafiuddin Mohammed Lauren Moore Jacob Ontiveros Brian Parten Martin Patoka Jason Peck John Perry Louis Peryea Brian Quach	Sai Karthik Rajaraman Wes Ray Dafydd Roche Anwar Sadat Cory Stewart Sue Vining Bill Waters Deric Waters Gregory Watkins Roy Wojciechowski
Thine Electronica, Inc.	Yuseke Fujita	Shuhei Yamamoto	
Total Phase	Chris Yokum		

Tyco Electronics Corp. (TE Connectivity Ltd.)	Max Chao Robert E. Cid Calvin Feng Kengo Ijiro Eiji Ikematsu Joan Leu Clark Li	Mike Lockyer Jeff Mason Takeshi Nakashima Luis A. Navarro Masako Saito Yoshiaki Sakuma Gavin Shih	Hiroshi Shirai Hidenori Taguchi Nathan Tracy Bernard Vetten Ryan Yu Noah Zhang Sjoerd Zwartkruis
UL LLC	Leo Chung Michael Hu Dylan Su	Henry Tsou Paul Vanderlaan Eric Wall	Lance Yang Chien-Wei Yeh
Unigraf OY	Steven Chen	Sergey Grushin	
Varjo Technologies	Kai Inha		
Ventev Mobile	Brad Cox	Colin Vose	
VIA Technologies Inc.	Terrance Shih	Jay Tseng	Fong-Jim Wang
Weltrend Semiconductor	Hung Chiang Jeng Cheng Liu	Wayne Lo Ho Wen Tsai	Eric Wu
Western Digital, HGST	Larry McMillan		
Xiaomi Communications Co., Ltd.	Xiaoxing Yang	Juejia Zhou	

Sociétés du secteur qui ont apporté leurs commentaires au stade révision de la version initiale

Aces	JST Mfg. Co., Ltd.	Pericom
Fairchild Semiconductor	Korea Electric Terminal	Semtech Corporation
Fujitsu Ltd.	Marvell Semiconductor	Silicon Image
Industrial Technology Research Institute (ITRI)	Motorola Mobility LLC	SMK Corporation
Joinsoon Electronics Mfg. Co. Ltd.	PalCONN/PalNova (Palpilot International Corp.)	Toshiba Corporation

Historique des révisions

Révision	Date	Description
1.0	11 août 2014	Version initiale
1.1	3 avril 2015	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que les corrections rédactionnelles.
1.2	25 mars 2016	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que les corrections rédactionnelles.
1.3	14 juillet 2017	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que les corrections rédactionnelles.
1.4	29 mars 2019	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que les corrections rédactionnelles.
2.0	Août 2019	Nouvelle version essentiellement destinée à l'application de la spécification USB4 aux câbles et connecteurs USB Type-C. Comprend également l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que les corrections rédactionnelles.
2.1	Mai 2021	Nouvelle version essentiellement destinée à l'application de Extended Power Range (EPR) et définissant les câbles EPR conjointement avec la Spécification R3.1 V1.0 USB Power Delivery . Comprend également l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que les corrections rédactionnelles.

1 Introduction

Face au succès continu de l'interface USB, il est devenu nécessaire d'adapter la technologie USB aux nouvelles plateformes et aux nouveaux dispositifs informatiques dont la conception est de plus en plus compacte, fine et légère. Un grand nombre de ces plateformes et dispositifs récents ont atteint un stade auquel les fiches et embases USB actuellement en usage constituent un frein à l'innovation, en particulier en raison de leur taille relativement importante et des contraintes de volume interne des versions Standard-A et Standard-B des connecteurs USB. De plus, avec l'évolution des modèles d'utilisation de ces plateformes, les exigences de convivialité et de robustesse ont également évolué. Or, à l'origine, les connecteurs USB existants n'ont pas été conçus pour répondre à ces nouvelles exigences. La présente spécification vise à établir un nouvel écosystème de connecteurs USB, qui répond aux besoins évolutifs des plateformes et dispositifs tout en conservant tous les avantages fonctionnels de la norme USB, qui constituent le fondement de l'interface d'interconnexion informatique la plus populaire.

1.1 Objet

La présente spécification définit les fiches et embases, ainsi que les câbles USB Type-C®.

La spécification des câbles et connecteurs USB Type-C est guidée par les principes suivants:

- Favoriser des critères de forme d'hôtes et de dispositifs innovants et agréables, où la taille, la conception industrielle et le style constituent des paramètres importants
- Interagir en toute fluidité avec les solutions d'hôtes et de dispositifs USB silicium actuelles
- Améliorer la facilité d'utilisation pour la connexion des dispositifs USB, en réduisant le plus possible le risque de confusion lors de l'insertion des connecteurs et des câbles

La spécification des câbles et connecteurs USB Type-C définit de nouvelles techniques de connexion et de détection des ports et câbles USB, qui sont compatibles avec les spécifications électriques et fonctionnelles d'interface USB existantes. La présente spécification couvre les aspects suivants, qui sont nécessaires à la production et à l'utilisation de cette nouvelle solution de câble/connecteur USB pour les plateformes et dispositifs récents, et qui interagissent avec les plateformes et dispositifs actuels:

- Les embases USB Type-C, notamment la description électromécanique et les exigences de performance
- Les fiches et les ensembles câble-connecteurs USB Type-C, notamment la description électromécanique et les exigences de performance
- Les ensembles câble-connecteurs et les adaptateurs USB Type-C vers existant
- La configuration d'interface et la détection des dispositifs USB Type-C, notamment la prise en charge des connexions existantes
- L'alimentation électrique par port USB optimisée pour les connecteurs USB Type-C

La spécification des câbles et connecteurs USB Type-C définit une technique normalisée qui prend en charge les [modes alternatifs](#), comme la reconversion du connecteur pour un usage spécifiquement lié au branchement.

1.2 Domaine d'application

La présente spécification complète les spécifications [USB 2.0](#), [USB 3.2](#), [USB4™](#) et [USB Power Delivery](#) existantes. Elle ne s'applique qu'aux éléments exigés pour la mise en œuvre et la prise en charge des fiches et embases, ainsi que des câbles USB Type-C.

Des informations normatives sont fournies pour assurer l'interopérabilité des composants conçus selon la présente spécification. Lorsqu'elles sont fournies, des exemples de mises en œuvre peuvent être fournis à titre informatif.

1.3 Documents connexes

- USB 2.0** *Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification*
Inclut l'édition intégrale du document.
- USB 3.2** *Universal Serial Bus Revision 3.2 Specification*
Inclut l'édition intégrale du document.
USB 3.1 Legacy Cable and Connector Specification, Revision 1.0
- USB4** *USB4™ Specification, Version 1.0, août 2019*
(y compris les errata et ECN publiés)
- TBT3** Article 13 du document *USB4™ Specification, Version 1.0, août 2019*
- USB PD** *USB PD USB Power Delivery Specification, Révision 2.0, Version 1.3, 12 janvier 2017*
USB Power Delivery Specification, Révision 3.1, Version 2.0, août 2021 (y compris les errata et ECN publiés)
- USB BB** *USB Billboard Device Class Specification, Révision 1.2.2, 29 janvier 2021*
- USB BC** *Battery Charging Specification, Révision 1.2 (y compris les errata et ECN publiés jusqu'au 15 mars 2012), 15 mars 2012*
- DP AM** *DisplayPort™ Alt Mode on USB Type-C Standard, Version 2.0, 12 mars 2020*

Tous les documents relatifs à l'USB sont disponibles pour téléchargement à l'adresse <http://www.usb.org/documents>. La spécification DisplayPort Alt Mode est disponible sur le site web de VESA (<http://www.vesa.org>).