

# 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 978-2-8322-9337-9

**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:

| CDV          | Report on voting |
|--------------|------------------|
| 100/3439/CDV | 100/3501/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.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://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<sup>®</sup> Cable and Connector Specification**

**Release 2.0  
August 2019**

**Copyright © 2014-2019, USB 3.0 Promoter Group:  
Apple Inc., Hewlett-Packard 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®, USB 2.0 Type-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](http://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.....                                  | 24 |
| Revision History.....   | 25 |
| 1 Introduction .....  | 26 |
| 1.1 Purpose .....   | 26 |
| 1.2 Scope.....  | 26 |
| 1.3 Related Documents .....   | 27 |
| 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.....   | 36 |
| 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.....  | 38 |
| 2.4 VBUS.....   | 38 |
| 2.5 VCONN.....  | 39 |
| 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 .....   | 40 |
| 3.1.4 Compliant USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies .....   | 41 |
| 3.2 USB Type-C Connector Mating Interfaces .....  | 41 |
| 3.2.1 Interface Definition .....  | 42 |
| 3.2.2 Reference Designs .....   | 63 |
| 3.2.3 Pin Assignments and Descriptions.....   | 70 |
| 3.3 Cable Construction and Wire Assignments.....  | 71 |
| 3.3.1 Cable Construction (Informative) .....  | 71 |
| 3.3.2 Wire Assignments .....  | 73 |
| 3.3.3 Wire Gauges and Cable Diameters (Informative).....  | 74 |
| 3.4 Standard USB Type-C Cable Assemblies .....  | 76 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 3.4.1  | USB Full-Featured Type-C Cable Assembly .....                             | 76  |
| 3.4.2  | USB 2.0 Type-C Cable Assembly.....  | 77  |
| 3.4.3  | USB Type-C Captive Cable Assemblies.....                                  | 78  |
| 3.5    | Legacy Cable Assemblies .....   | 78  |
| 3.5.1  | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Cable Assembly .....              | 79  |
| 3.5.2  | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-A Cable Assembly .....              | 80  |
| 3.5.3  | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly .....              | 81  |
| 3.5.4  | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly .....              | 82  |
| 3.5.5  | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly .....                  | 83  |
| 3.5.6  | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly.....                  | 84  |
| 3.5.7  | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly.....                  | 86  |
| 3.6    | Legacy Adapter Assemblies .....   | 87  |
| 3.6.1  | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly ..... | 87  |
| 3.6.2  | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly.....     | 89  |
| 3.7    | Electrical Characteristics .....  | 90  |
| 3.7.1  | Raw Cable (Informative).....  | 90  |
| 3.7.2  | USB Type-C to Type-C Passive Cable Assemblies (Normative).....            | 91  |
| 3.7.3  | Mated Connector (Informative – USB 3.2 Gen2 and USB4 Gen2) .....          | 109 |
| 3.7.4  | Mated Connector (Normative – USB4 Gen3).....                              | 113 |
| 3.7.5  | USB Type-C to Legacy Cable Assemblies (Normative).....                    | 114 |
| 3.7.6  | USB Type-C to USB Legacy Adapter Assemblies (Normative) .....             | 118 |
| 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.....  | 125 |
| 3.8.2  | Environmental Requirements .....  | 130 |
| 3.9    | Docking Applications (Informative) .....                                  | 131 |
| 3.10   | Implementation Notes and Design Guides .....                              | 132 |
| 3.10.1 | EMC Management (Informative) .....  | 132 |
| 3.10.2 | Stacked and Side-by-Side Connector Physical Spacing (Informative) .....   | 134 |
| 3.10.3 | Cable Mating Considerations (Informative).....                            | 135 |
| 4      | Functional .....  | 136 |
| 4.1    | Signal Summary.....   | 136 |
| 4.2    | Signal Pin Descriptions .....   | 136 |
| 4.2.1  | SuperSpeed USB Pins .....   | 136 |
| 4.2.2  | USB 2.0 Pins .....  | 137 |
| 4.2.3  | Auxiliary Signal Pins.....  | 137 |
| 4.2.4  | Power and Ground Pins .....   | 137 |
| 4.2.5  | Configuration Pins .....  | 137 |
| 4.3    | Sideband Use (SBU) .....  | 137 |
| 4.4    | Power and Ground.....   | 137 |
| 4.4.1  | IR Drop .....   | 137 |
| 4.4.2  | VBUS .....  | 138 |
| 4.4.3  | VCONN.....  | 141 |



|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.5     | Configuration Channel (CC).....  | 145 |
| 4.5.1   | Architectural Overview .....   | 145 |
| 4.5.2   | CC Functional and Behavioral Requirements .....                            | 159 |
| 4.5.3   | USB Port Interoperability Behavior.....                                    | 194 |
| 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.....   | 220 |
| 4.8.1   | DFP as a Power Source .....  | 221 |
| 4.8.2   | Non-USB Charging Methods .....   | 223 |
| 4.8.3   | Sinking Host .....   | 224 |
| 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.....   | 229 |
| 4.10    | VCONN-Powered Accessories (VPAs) and VCONN-Powered USB Devices (VPDs)..... | 229 |
| 4.10.1  | VCONN-Powered Accessories (VPAs).....                                      | 229 |
| 4.10.2  | VCONN-Powered USB Devices (VPDs) .....                                     | 229 |
| 4.11    | Parameter Values.....  | 231 |
| 4.11.1  | Termination Parameters .....   | 231 |
| 4.11.2  | Timing Parameters.....   | 233 |
| 4.11.3  | Voltage Parameters.....  | 236 |
| 5       | USB4 Discovery and Entry .....   | 238 |
| 5.1     | Overview of the Discovery and Entry Process.....                           | 238 |
| 5.2     | USB4 Functional Requirements.....  | 239 |
| 5.2.1   | USB4 Host Functional Requirements .....                                    | 239 |
| 5.2.2   | USB4 Device Functional Requirements .....                                  | 239 |
| 5.2.3   | USB4 Alternate Mode Support.....   | 239 |
| 5.2.3.1 | USB4 Alternate Mode Support on Hosts.....                                  | 239 |
| 5.2.3.2 | USB4 Alternate Mode Support on Hubs and USB4-based Docks.....              | 239 |
| 5.3     | USB4 Power Requirements.....   | 240 |
| 5.3.1   | Source Power Requirements.....   | 240 |
| 5.3.2   | Sink Power Requirements .....  | 240 |
| 5.3.3   | Device Power Management Requirements .....                                 | 240 |
| 5.4     | USB4 Discovery and Entry Flow Requirements .....                           | 241 |
| 5.4.1   | USB Type-C Initial Connection .....  | 241 |
| 5.4.2   | USB Power Delivery Contract.....   | 241 |
| 5.4.3   | USB4 Discovery and Entry Flow .....  | 241 |
| 5.4.3.1 | USB4 Device Discovery (SOP).....   | 242 |
| 5.4.3.2 | USB4 Cable Discovery (SOP') .....  | 243 |
| 5.4.3.3 | USB4 Operational Entry .....   | 245 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 5.4.4   | USB4 Post-Entry Operation.....  | 245 |
| 5.4.4.1 | During USB4 Operation .....   | 245 |
| 5.4.4.2 | Exiting USB4 Operation .....  | 245 |
| 5.5     | USB4 Hub Connection Requirements .....                                    | 246 |
| 5.5.1   | USB4 Hub Port Initial Connection Requirements.....                        | 246 |
| 5.5.2   | USB4 Hub UFP and Host Capabilities Discovery.....                         | 246 |
| 5.5.3   | Hub DFP Connection Requirements.....                                      | 247 |
| 5.5.3.1 | Speculative Connections .....   | 247 |
| 5.5.3.2 | Operational Connections.....  | 247 |
| 5.5.4   | Hub Ports Connection Behavior Flow Model .....                            | 247 |
| 5.5.5   | Connecting to Downstream USB4 Hubs.....                                   | 253 |
| 5.5.6   | Fallback Functional Requirements for USB4 Hubs .....                      | 253 |
| 5.6     | USB4 Device Connection Requirements .....                                 | 254 |
| 5.6.1   | Fallback Mapping of USB4 Peripheral Functions to USB Device Class Types.. | 254 |
| 5.7     | Parameter Values.....   | 255 |
| 5.7.1   | Timing Parameters.....  | 255 |
| 6       | Active Cables.....  | 256 |
| 6.1     | USB Type-C State Machine .....  | 257 |
| 6.2     | USB PD Requirements .....   | 258 |
| 6.2.1   | Active Cable USB PD Requirements .....                                    | 259 |
| 6.2.2   | USB PD Messages for OIAC .....  | 259 |
| 6.2.3   | Short Active Cable Behaviors in Response to Power Delivery Events .....   | 271 |
| 6.3     | OIAC Connection Flow and State Diagrams .....                             | 271 |
| 6.3.1   | OIAC Connection Flow – Discovery – Phase 1 .....                          | 272 |
| 6.3.2   | OIAC Connection Flow – Reboot – Phase 2 .....                             | 273 |
| 6.3.3   | OIAC Connection Flow – Configuration – Phase 3.....                       | 274 |
| 6.3.4   | OIAC Connection State Diagram Master .....                                | 277 |
| 6.3.5   | OIAC Connection State Diagram Slave .....                                 | 285 |
| 6.4     | Active Cable Power Requirements .....                                     | 290 |
| 6.4.1   | VBUS Requirements .....   | 290 |
| 6.4.2   | OIAC VBUS Requirements.....   | 290 |
| 6.4.3   | USB PD Rules in Active State .....  | 291 |
| 6.4.4   | VCONN Requirements .....  | 292 |
| 6.5     | Mechanical .....  | 293 |
| 6.5.1   | Thermal .....   | 293 |
| 6.5.2   | Plug Spacing.....   | 293 |
| 6.6     | Electrical Requirements .....   | 294 |
| 6.6.1   | Shielding Effectiveness Requirement.....                                  | 294 |
| 6.6.2   | Low Speed Signal Requirement.....   | 294 |
| 6.6.3   | USB 2.0.....  | 294 |
| 6.6.4   | USB 3.2.....  | 295 |
| 6.6.5   | Return Loss .....   | 301 |
| 6.7     | Active Cables That Support Alternate Modes.....                           | 302 |
| 6.7.1   | Discover SVIDs .....  | 302 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.7.2 | Discover Modes .....   | 302 |
| 6.7.3 | Enter/Exit Modes .....   | 302 |
| 6.7.4 | Power in Alternate Modes .....   | 302 |
| A     | Audio Adapter Accessory Mode .....                                       | 303 |
| A.1   | Overview .....   | 303 |
| A.2   | Detail .....   | 303 |
| A.3   | Electrical Requirements .....  | 304 |
| A.4   | Example Implementations .....  | 306 |
| A.4.1 | Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter – Single Pole Detection Switch..... | 306 |
| A.4.2 | 3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through.....       | 306 |
| B     | Debug Accessory Mode .....   | 308 |
| B.1   | Overview .....   | 308 |
| B.2   | Functional .....   | 308 |
| B.2.1 | Signal Summary .....   | 309 |
| B.2.2 | Port Interoperability .....  | 309 |
| B.2.3 | Debug Accessory Mode Entry .....   | 309 |
| B.2.4 | Connection State Diagrams .....  | 310 |
| B.2.5 | DTS Port Interoperability Behavior.....                                  | 318 |
| B.2.6 | Orientation Detection .....  | 327 |
| B.3   | Security/Privacy Requirements:.....                                      | 328 |
| C     | USB Type-C Digital Audio.....  | 329 |
| C.1   | Overview .....   | 329 |
| C.2   | USB Type-C Digital Audio Specifications.....                             | 329 |
| D     | Thermal Design Considerations for Active Cables .....                    | 331 |
| D.1   | Introduction .....   | 331 |
| D.2   | Model.....   | 331 |
| D.2.1 | Assumptions.....   | 331 |
| D.2.2 | Model Architecture .....   | 332 |
| D.2.3 | Heat Sources .....   | 333 |
| D.2.4 | Heat Flow .....  | 333 |
| D.3   | USB 3.2 Single Lane Active Cable.....                                    | 334 |
| D.3.1 | USB 3.2 Single-Lane Active Cable Design Considerations.....              | 334 |
| D.4   | Dual-Lane Active Cables .....  | 337 |
| D.4.1 | USB 3.2 Dual-Lane Active Cable Design Considerations .....               | 337 |
| D.4.2 | USB 3.2 Dual-Lane Active Cable in a Multi-Port Configuration.....        | 339 |
| D.5   | USB 3.2 Host and Device Design Considerations .....                      | 341 |
| D.5.1 | Heat Spreading or Heat Sinking from Host or Device .....                 | 341 |
| D.5.2 | Motherboard Temperature Control.....                                     | 342 |
| D.5.3 | Wider Port Spacing for Multi-Port Applications.....                      | 342 |
| D.5.4 | Power Policies .....   | 342 |
| E     | Alternate Modes.....   | 343 |
| E.1   | Alternate Mode Architecture.....   | 343 |
| E.2   | Alternate Mode Requirements.....   | 343 |
| E.2.1 | Alternate Mode Pin Reassignment .....                                    | 344 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| E.2.2 | Alternate Mode Electrical Requirements .....                                       | 344 |
| E.3   | Parameter Values.....  | 347 |
| E.4   | Example Alternate Mode – USB DisplayPort™ Dock .....                               | 348 |
| E.4.1 | USB DisplayPort™ Dock Example .....  | 348 |
| E.4.2 | Functional Overview .....  | 349 |
| E.4.3 | Operational Summary .....  | 350 |
| F     | Thunderbolt 3 Compatibility Discovery and Entry .....                              | 351 |
| F.1   | TBT3 Compatibility Mode Functional Requirements .....                              | 351 |
| F.1.1 | TBT3-Compatible Power Requirements.....  | 351 |
| F.1.2 | TBT3-Compatible Host Requirements .....  | 351 |
| F.1.3 | TBT3-Compatible Device Upstream Requirements .....                                 | 351 |
| F.1.4 | TBT3-Compatible Device Downstream Requirements.....                                | 351 |
| F.1.5 | TBT3-Compatible Self-Powered Device Without Predefined Upstream Port<br>Rules..... | 352 |
| F.1.6 | TBT3-Compatible Devices with a Captive Cable .....                                 | 352 |
| F.2   | TBT3 Discovery and Entry Flow .....  | 352 |
| F.2.1 | TBT3 Passive Cable Discover Identity Responses.....                                | 354 |
| F.2.2 | TBT3 Active Cable Discover Identity Responses.....                                 | 356 |
| F.2.3 | TBT3 Device Discover Identity Responses .....                                      | 359 |
| F.2.4 | TBT3 Discover SVID Responses .....   | 360 |
| F.2.5 | TBT3 Device Discover Mode Responses.....   | 361 |
| F.2.6 | TBT3 Cable Discover Mode Responses .....   | 362 |
| F.2.7 | TBT3 Cable Enter Mode Command .....  | 363 |
| F.2.8 | TBT3 Device Enter Mode Command.....  | 364 |
| F.2.9 | TBT3 Cable Functional Difference Summary.....                                      | 365 |

## 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.....   | 44 |
| Figure 3-2  | Reference Design USB Type-C Plug External EMC Spring Contact Zones.....                             | 47 |
| Figure 3-3  | USB Full-Featured Type-C Plug Interface Dimensions.....   | 48 |
| Figure 3-4  | Reference Footprint for a USB Type-C Vertical Mount Receptacle (Informative) .....                  | 51 |
| Figure 3-5  | Reference Footprint for a USB Type-C Dual-Row SMT Right Angle Receptacle (Informative)<br>.....     | 52 |
| Figure 3-6  | Reference Footprint for a USB Type-C Hybrid Right-Angle Receptacle (Informative).....               | 53 |
| Figure 3-7  | Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Dual-Row SMT Receptacle (Informative)<br>.....       | 54 |
| Figure 3-8  | Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Hybrid Receptacle (Informative).....                 | 55 |
| Figure 3-9  | Reference Footprint for a USB 2.0 Type-C Through Hole Right Angle Receptacle (Informative)<br>..... | 56 |
| Figure 3-10 | Reference Footprint for a USB 2.0 Type-C Single Row Right Angle Receptacle (Informative)<br>.....   | 57 |
| Figure 3-11 | USB 2.0 Type-C Plug Interface Dimensions.....   | 59 |
| Figure 3-12 | USB Type-C Plug EMC Shielding Spring Tip Requirements.....  | 62 |
| Figure 3-13 | Reference Design of Receptacle Mid-Plate.....   | 63 |
| Figure 3-14 | Reference Design of the Retention Latch.....  | 64 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Figure 3-15 | Illustration of the Latch Soldered to the Paddle Card Ground.....   | 64  |
| Figure 3-16 | Reference Design of the USB Full-Featured Type-C Plug Internal EMC Spring.....                                    | 65  |
| Figure 3-17 | Reference Design of the <i>USB 2.0</i> Type-C Plug Internal EMC Spring .....                                      | 66  |
| Figure 3-18 | Reference Design of Internal EMC Pad .....  | 67  |
| Figure 3-19 | Reference Design of a USB Type-C Receptacle with External EMC Springs.....  | 68  |
| Figure 3-20 | Reference Design for a USB Full-Featured Type-C Plug Paddle Card .....  | 69  |
| Figure 3-21 | Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example with<br>VCONN.....         | 72  |
| Figure 3-22 | Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example without<br>VCONN.....      | 72  |
| Figure 3-23 | USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly.....   | 76  |
| Figure 3-24 | USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly .....   | 79  |
| Figure 3-25 | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-A Cable Assembly.....   | 80  |
| Figure 3-26 | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly.....   | 81  |
| Figure 3-27 | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly.....   | 82  |
| Figure 3-28 | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly.....   | 83  |
| Figure 3-29 | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly.....  | 84  |
| Figure 3-30 | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly.....  | 86  |
| Figure 3-31 | USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly.....  | 87  |
| Figure 3-32 | USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly.....   | 89  |
| Figure 3-33 | Illustration of Test Points for a Mated Cable Assembly .....  | 91  |
| Figure 3-34 | Recommended Differential Insertion Loss Requirement (USB 3.2 Gen2 and USB4 Gen2).....                             | 92  |
| Figure 3-35 | Recommended Differential Return Loss Requirement .....  | 92  |
| Figure 3-36 | Recommended Differential Crosstalk Requirement.....   | 93  |
| Figure 3-37 | Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Requirement between USB D+/D-<br>Pair and TX/RX Pair..... | 94  |
| Figure 3-38 | Recommended Differential Insertion Loss Requirement (USB4 Gen3).....  | 94  |
| Figure 3-39 | Illustration of Insertion Loss Fit at Nyquist Frequency .....   | 95  |
| 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).....   | 100 |
| Figure 3-45 | Definition of Port, Victim, and Aggressor .....   | 101 |
| Figure 3-46 | I <sub>XT_DP</sub> and I <sub>XT_USB</sub> Limit as Function of ILfit at 10 GHz (USB4 Gen3).....                  | 101 |
| Figure 3-47 | IRL Limit as Function of ILfitatNq (USB4 Gen3) .....  | 102 |
| Figure 3-48 | Differential-to-Common-Mode Conversion Requirement (USB4 Gen3).....   | 102 |
| Figure 3-49 | Cable Assembly in System .....  | 103 |
| Figure 3-50 | Requirement for Differential Coupling between CC and D+/D- .....  | 105 |
| Figure 3-51 | Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D- in USB 2.0 Type-C Cables.....                             | 105 |
| Figure 3-52 | Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D- in USB Full-Featured Type-C Cables<br>.....               | 106 |
| Figure 3-53 | Requirement for Differential Coupling between V <sub>BUS</sub> and D+/D-.....                                     | 106 |
| Figure 3-54 | Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A and SBU_B.....  | 107 |
| Figure 3-55 | Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A/SBU_B and CC.....   | 108 |
| Figure 3-56 | Requirement for Coupling between SBU_A and differential D+/D-, and SBU_B and differential<br>D+/D-.....           | 108 |
| Figure 3-57 | Illustration of USB Type-C Mated Connector.....   | 109 |
| Figure 3-58 | Recommended Impedance Limits of a USB Type-C Mated Connector .....  | 110 |
| Figure 3-59 | Recommended Ground Void Dimensions for USB Type-C Receptacle.....   | 111 |
| Figure 3-60 | Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Limits between D+/D- Pair and<br>TX/RX Pairs .....        | 112 |
| Figure 3-61 | Recommended Limits for Differential-to-Common-Mode Conversion.....  | 113 |
| Figure 3-62 | IMR Limit as Function of ILfitatNq for USB Type-C to Legacy Cable Assembly .....                                  | 117 |
| Figure 3-63 | IRL Limit as Function of ILfitatNq for USB Type-C to Legacy Cable Assembly.....                                   | 117 |
| Figure 3-64 | Cable Assembly Shielding Effectiveness Testing .....  | 120 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 3-65 Shielding Effectiveness Pass/Fail Criteria .....                                      | 121 |
| Figure 3-66 LLCR Measurement Diagram .....  | 122 |
| Figure 3-67 Temperature Measurement Point .....   | 123 |
| Figure 3-68 Example Current Rating Test Fixture Trace Configuration.....                          | 124 |
| Figure 3-69 Example of 4-Axis Continuity Test Fixture .....                                       | 126 |
| Figure 3-70 Example Wrenching Strength Test Fixture for Plugs without Overmold .....              | 128 |
| Figure 3-71 Reference Wrenching Strength Continuity Test Fixture .....                            | 129 |
| Figure 3-72 Example of Wrenching Strength Test Mechanical Failure Point.....                      | 129 |
| Figure 3-73 Wrenching Strength Test with Cable in Fixture .....                                   | 130 |
| Figure 3-74 USB Type-C Cable Receptacle Flange Example .....                                      | 132 |
| Figure 3-75 EMC Guidelines for Side Latch and Mid-plate .....                                     | 133 |
| Figure 3-76 EMC Finger Connections to Plug Shell .....  | 133 |
| Figure 3-77 EMC Pad Connections to Receptacle Shell .....   | 134 |
| Figure 3-78 Examples of Connector Apertures .....   | 134 |
| Figure 3-79 Recommended Minimum Spacing between Connectors .....                                  | 135 |
| Figure 3-80 Recommended Minimum Plug Overmold Clearance.....                                      | 135 |
| Figure 3-81 Cable Plug Overmold and an Angled Surface .....                                       | 135 |
| Figure 4-1 Cable IR Drop .....  | 138 |
| Figure 4-2 Cable IR Drop for powered cables.....  | 138 |
| Figure 4-3 Logical Model for Single-Lane Data Bus Routing across USB Type-C-based Ports .....     | 147 |
| Figure 4-4 Logical Model for USB Type-C-based Ports for a Single-Lane Direct Connect Device ..... | 147 |
| Figure 4-5 Pull-Up/Pull-Down CC Model.....  | 149 |
| Figure 4-6 Current Source/Pull-Down CC Model.....   | 149 |
| Figure 4-7 Source Functional Model for CC1 and CC2 .....  | 152 |
| Figure 4-8 Source Functional Model Supporting USB PD PR_Swap.....                                 | 153 |
| Figure 4-9 Sink Functional Model for CC1 and CC2.....   | 153 |
| Figure 4-10 Sink Functional Model Supporting USB PD PR_Swap and VCONN_Swap.....                   | 154 |
| Figure 4-11 DRP Functional Model for CC1 and CC2 .....  | 155 |
| Figure 4-12 Connection State Diagram: Source .....  | 160 |
| Figure 4-13 Connection State Diagram: Sink .....  | 161 |
| Figure 4-14 Connection State Diagram: Sink with Accessory Support.....                            | 162 |
| Figure 4-15 Connection State Diagram: DRP .....   | 163 |
| Figure 4-16 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SRC Support.....                 | 164 |
| Figure 4-17 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SNK Support .....                | 165 |
| Figure 4-18 Connection State Diagram: Charge-Through VPD .....                                    | 166 |
| Figure 4-19 Sink Power Sub-States .....   | 189 |
| Figure 4-20 Cable eMarker State Diagram .....   | 190 |
| Figure 4-21 Source to Sink Functional Model.....  | 194 |
| Figure 4-22 Source to DRP Functional Model.....   | 195 |
| Figure 4-23 DRP to Sink Functional Model .....  | 196 |
| Figure 4-24 DRP to DRP Functional Model – CASE 1.....   | 197 |
| Figure 4-25 DRP to DRP Functional Model – CASE 2 & 3 .....  | 198 |
| Figure 4-26 Source to Source Functional Model.....  | 200 |
| Figure 4-27 Sink to Sink Functional Model .....   | 201 |
| Figure 4-28 DRP to VPD Model.....   | 201 |
| Figure 4-29 Example DRP to Charge-Through VCONN-Powered USB Device Model.....                     | 202 |
| Figure 4-30 Source to Legacy Device Port Functional Model .....                                   | 210 |
| Figure 4-31 Legacy Host Port to Sink Functional Model.....  | 211 |
| Figure 4-32 DRP to Legacy Device Port Functional Model.....                                       | 212 |
| Figure 4-33 Legacy Host Port to DRP Functional Model.....   | 213 |
| Figure 4-34 Sink Monitoring for Current in Pull-Up/Pull-Down CC Model.....                        | 216 |
| Figure 4-35 Sink Monitoring for Current in Current Source/Pull-Down CC Model.....                 | 217 |
| Figure 4-36 USB PD over CC Pins .....   | 217 |
| Figure 4-37 USB PD BMC Signaling over CC .....  | 218 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 4-38 USB Type-C Cable's Output as a Function of Load for Non-PD-based USB Type-C Charging .....                                 | 222 |
| Figure 4-39 0 – 3 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load .....   | 223 |
| Figure 4-40 3 – 5 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load .....   | 223 |
| Figure 4-41 Electronically Marked Cable with VCONN connected through the cable .....   | 228 |
| Figure 4-42 Electronically Marked Cable with SOP' at both ends .....   | 228 |
| Figure 4-43 Example Charge-Through VCONN-Power USB Device Use Case .....   | 231 |
| Figure 4-44 DRP Timing .....   | 234 |
| Figure 5-1 USB4 Discovery and Entry Flow Model .....   | 242 |
| Figure 5-2 USB4 Hub with USB4 Host and Device Connection Flow Alignment .....  | 248 |
| Figure 5-3 USB4 Hub with USB 3.2 Host and USB4 Device Host Connection Flow Model .....   | 249 |
| Figure 5-4 USB4 Hub with USB4 Host and USB 3.2 Device Connection Flow Model .....  | 250 |
| Figure 5-5 USB4 Hub with USB 3.2 Host and Device Connection Flow Model .....   | 251 |
| Figure 5-6 USB4 Hub with USB4 Host and DP Alt Mode Device Connection Flow Model .....  | 252 |
| Figure 5-7 USB4 Hub with USB 3.2 Host and DP Alt Mode Device Connection Flow Model .....   | 253 |
| 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 .....  | 269 |
| Figure 6-7 OIAC Wait Data Role Swap .....  | 269 |
| Figure 6-8 OIAC Initiator Reject Data Role Swap .....  | 270 |
| Figure 6-9 OIAC Initiator Wait Data Role Swap .....  | 271 |
| Figure 6-10 OIAC Discovery – Phase 1 .....   | 273 |
| Figure 6-11 OIAC Reboot – Phase 2 .....  | 274 |
| Figure 6-12 OIAC Master Plug Configure as DFP – Phase 3 .....  | 275 |
| Figure 6-13 OIAC Master Plug Configure as UFP – Phase 3 .....  | 276 |
| Figure 6-14 OIAC Master Plug No Connection Possible Billboard – Phase 3 .....  | 277 |
| Figure 6-15 OIAC Master Plug State Diagram Part 1 (Phase 1 and 2) .....  | 278 |
| Figure 6-16 OIAC Master Plug State Diagram Part 2 (Phase 3) .....  | 279 |
| Figure 6-17 OIAC Slave Plug State Diagram .....  | 286 |
| Figure 6-18 Active Cable Topologies .....  | 295 |
| Figure 6-19 Illustrations of Usages for OIAC That Require an Adapter or Hub .....  | 298 |
| Figure 6-20 SuperSpeed USB Electrical Test Points .....  | 299 |
| Figure 6-21 SuperSpeed USB Compliance Test Setup .....   | 299 |
| Figure A-1 Example Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter .....  | 306 |
| Figure A-2 Example 3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through .....   | 307 |
| Figure B-1 USB Type-C Debug Accessory Layered Behavior .....   | 308 |
| Figure B-2 DTS Plug Interface .....  | 309 |
| Figure B-3 Connection State Diagram: DTS Source .....  | 310 |
| Figure B-4 Connection State Diagram: DTS Sink .....  | 311 |
| Figure B-5 Connection State Diagram: DTS DRP .....   | 312 |
| Figure B-6 TS Sink Power Sub-States .....  | 316 |
| Figure D-1 Active Cable Model (Single Port, Top Mount Receptacle) .....  | 332 |
| Figure D-2 Model Architecture .....  | 332 |
| Figure D-3 Heat Sources and Heat Flow Paths .....  | 333 |
| Figure D-4 Vertically Stacked Horizontal Connectors 3x1 Configuration (VERT) .....   | 335 |
| Figure D-5 Horizontally Stacked Vertical Connectors 1x3 Configuration (HZ90) .....   | 335 |
| Figure D-6 Horizontally Stacked Horizontal Connector 1x3 Configuration (HORZ) .....  | 335 |
| Figure D-7 USB 3.2 Single-Lane 3A Active Cable in a 3-Port Configuration .....   | 336 |
| Figure D-8 USB 3.2 Single-Lane 5A Active Cable in a 3-Port Configuration .....   | 337 |
| Figure D-9 Impact of Over-mold Power $P_0$ and Thermal Boundary Temperature $T_{MB}$ at 3 A VBUS in a Single Port Configuration .....  | 338 |
| Figure D-10 Impact of Over-mold Power $P_0$ and Thermal Boundary Temperature $T_{MB}$ at 5 A VBUS in a Single Port Configuration ..... | 339 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure D-11 USB 3.2 Active Cable Dongle Design (One End Shown).....                                | 339 |
| Figure D-12 USB 3.2 Dual-Lane 3A Active Cable in a 3-Port Configuration .....                      | 340 |
| Figure D-13 USB 3.2 Dual-Lane 5A Active Cable in a 3-Port Configuration .....                      | 341 |
| Figure D-14 Example: Additional Heat Spreader on Receptacle in Host or Device .....                | 342 |
| Figure D-15 Example: Heat Sinking by Chassis of Host or Device .....                               | 342 |
| Figure E-1 Pins Available for Reconfiguration over the Full-Featured Cable.....                    | 344 |
| Figure E-2 Pins Available for Reconfiguration for Direct Connect Applications.....                 | 344 |
| Figure E-3 Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to USB Type-C Cable .....              | 346 |
| Figure E-4 Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to Alternate Mode Cable or Device..... | 347 |
| Figure E-5 USB DisplayPort Dock Example.....   | 349 |
| Figure F-1 TBT3 Discovery Flow .....   | 353 |

## 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.....  | 70  |
| Table 3-5 USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments for USB 2.0-only Support.....                             | 71  |
| Table 3-6 USB Type-C Standard Cable Wire Assignments .....  | 73  |
| Table 3-7 USB Type-C Cable Wire Assignments for Legacy Cables/Adapters .....  | 74  |
| Table 3-8 Reference Wire Gauges for standard USB Type-C Cable Assemblies .....                                      | 75  |
| Table 3-9 Reference Wire Gauges for USB Type-C to Legacy Cable Assemblies .....                                     | 75  |
| Table 3-10 USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly Wiring.....   | 77  |
| Table 3-11 <i>USB 2.0</i> Type-C Standard Cable Assembly Wiring.....  | 78  |
| Table 3-12 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Cable Assembly Wiring.....                                       | 79  |
| Table 3-13 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-A Cable Assembly Wiring.....                                       | 80  |
| Table 3-14 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly Wiring.....                                       | 81  |
| Table 3-15 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly Wiring.....                                       | 82  |
| Table 3-16 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly Wiring.....   | 83  |
| Table 3-17 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly Wiring.....  | 85  |
| Table 3-18 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly Wiring.....  | 86  |
| Table 3-19 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly Wiring.....                          | 88  |
| Table 3-20 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly Wiring.....                             | 89  |
| Table 3-21 Differential Insertion Loss Examples for TX/RX with Twisted Pair Construction .....                      | 90  |
| Table 3-22 Differential Insertion Loss Examples for USB TX/RX with Coaxial Construction.....                        | 91  |
| Table 3-23 Key Parameters in COM Configuration File.....  | 103 |
| Table 3-24 Electrical Requirements for CC and SBU wires.....  | 104 |
| Table 3-25 Coupling Matrix for Low Speed Signals.....   | 104 |
| Table 3-26 Maximum Mutual Inductance (M) between VBUS and Low Speed Signal Lines .....                              | 107 |
| Table 3-27 USB D+/D- Signal Integrity Requirements for USB Type-C to USB Type-C Passive Cable Assemblies .....      | 109 |
| Table 3-28 USB Type-C Mated Connector Recommended Signal Integrity Characteristics (Informative) .....              | 111 |
| Table 3-29 USB Type-C Mated Connector Signal Integrity Characteristics for USB4 Gen3 (Normative).....               | 113 |
| Table 3-30 USB D+/D- Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Cable Assemblies .....              | 115 |
| Table 3-31 Design Targets for USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Gen2 Legacy Cable Assemblies (Informative).....          | 115 |
| Table 3-32 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Gen2 Legacy Cable Assembly Signal Integrity Requirements (Normative) .....  | 116 |
| Table 3-33 USB D+/D- Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Adapter Assemblies (Normative)..... | 118 |
| Table 3-34 Design Targets for USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Adapter Assemblies (Informative).....         | 119 |



|   |     |
|---|-----|
| Table 3-35 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly Signal Integrity Requirements (Normative)..... | 119 |
| Table 3-36 Current Rating Test PCB.....   | 124 |
| Table 3-37 Maximum DC Resistance Requirement (Normative).....   | 124 |
| Table 3-38 Force and Moment Requirements.....   | 127 |
| Table 3-39 Environmental Test Conditions.....   | 130 |
| Table 3-40 Reference Materials.....   | 131 |
| Table 4-1 USB Type-C List of Signals.....   | 136 |
| Table 4-2 VBUS Source Characteristics.....  | 139 |
| Table 4-3 VBUS Sink Characteristics.....  | 140 |
| Table 4-4 USB Type-C Source Port's VCONN Requirements Summary.....  | 141 |
| Table 4-5 VCONN Source Characteristics.....   | 142 |
| Table 4-6 Cable VCONN Sink Characteristics.....   | 143 |
| Table 4-7 VCONN-Powered Accessory (VPA) Sink Characteristics.....   | 144 |
| Table 4-8 VCONN-Powered USB Device (VPD) Sink Characteristics.....  | 145 |
| Table 4-9 USB Type-C-based Port Interoperability.....   | 148 |
| Table 4-10 Source Perspective.....  | 150 |
| Table 4-11 Source (Host) and Sink (Device) Behaviors by State.....  | 151 |
| Table 4-12 USB PD Swapping Port Behavior Summary.....   | 157 |
| Table 4-13 Power Role Behavioral Model Summary.....   | 158 |
| Table 4-14 Source Port CC Pin State.....  | 167 |
| Table 4-15 Sink Port CC Pin State.....  | 167 |
| Table 4-16 Mandatory and Optional States.....   | 192 |
| Table 4-17 Precedence of power source usage.....  | 214 |
| Table 4-18 USB Type-C Current Advertisement and PDP Equivalent.....   | 216 |
| Table 4-19 Precedence of power source usage.....  | 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.....   | 232 |
| Table 4-26 Powered Cable Termination Requirements.....  | 232 |
| 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.....  | 233 |
| Table 4-30 DRP Timing Parameters.....   | 234 |
| Table 4-31 CC Timing.....   | 235 |
| Table 4-32 CC Voltages on Source Side – Default USB.....  | 236 |
| Table 4-33 CC Voltages on Source Side – 1.5 A @ 5 V.....  | 236 |
| Table 4-34 CC Voltages on Source Side – 3.0 A @ 5 V.....  | 237 |
| Table 4-35 Voltage on Sink CC Pins (Default USB Type-C Current only).....   | 237 |
| Table 4-36 Voltage on Sink CC pins (Multiple Source Current Advertisements).....  | 237 |
| Table 5-1 Certified Cables Where USB4-compatible Operation is Expected.....   | 243 |
| Table 5-2 Fallback Mapping USB4 Peripheral Functions to USB Device Class Types.....   | 254 |
| Table 5-3 USB Billboard Device Class Availability Following USB4 Device Entry Failure.....                                    | 255 |
| Table 6-1 Comparison of Active Cables.....  | 257 |
| Table 6-2 Summary of Active Cable Features.....   | 257 |
| Table 6-3 OIAC USB PD Message Behavior on Initial Connection.....   | 260 |
| Table 6-4 OIAC USB PD Messages Which Do Not Traverse in Active State.....   | 262 |
| Table 6-5 OIAC USB PD Messages Addressed to SOP Which Traverse the OIAC in the Active State.....                              | 264 |
| Table 6-6 OIAC USB PD Message Timing.....   | 265 |
| Table 6-7 OIAC SOP Messages Which Terminate at the Cable Plug.....  | 266 |
| Table 6-8 Port and Plug Capabilities.....   | 272 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Table 6-9  | OIAC Sink_Capabilities PDO (SOP) on Initial Connection .....  | 290 |
| Table 6-10 | OIAC Sink_Capabilities_Extended PDO (SOP) on Initial Connection .....   | 291 |
| Table 6-11 | OIAC Sink RDO (SOP) on Initial Connection.....  | 291 |
| Table 6-12 | OIAC Active Sink RDO (SOP) .....  | 292 |
| Table 6-13 | OIAC Sink_Capabilities PDO (SOP) in Active .....  | 292 |
| Table 6-14 | Cable Temperature Requirements .....  | 293 |
| Table 6-15 | Summary of Active Cable Features .....  | 294 |
| Table 6-16 | Active Cable Power-on Requirements .....  | 296 |
| Table 6-17 | OIAC Maximum USB 3.2 U0 Delay .....   | 297 |
| Table 6-18 | Usages for OIAC That Require an Adapter or Hub .....  | 297 |
| Table 6-19 | USB 3.2 U-State Requirements.....   | 298 |
| Table 6-20 | Active Cable USB 3.2 Stressed Source Swing, TP1 .....   | 300 |
| Table 6-21 | Active Cable USB 3.2 Stressed Source Jitter, TP1.....   | 300 |
| Table 6-22 | Active Cable USB 3.2 Input Swing at TP2 (Informative).....  | 301 |
| Table 6-23 | Active Cable USB 3.2 Output Swing at TP3 (Informative) .....  | 301 |
| Table A-1  | USB Type-C Analog Audio Pin Assignments.....  | 304 |
| Table A-2  | USB Type-C Analog Audio Pin Electrical Parameter Ratings.....   | 305 |
| Table B-1  | DTS to TS Port Interoperability.....  | 309 |
| Table B-2  | Rp/Rp Charging Current Values for a DTS Source.....   | 316 |
| Table B-3  | Mandatory and Optional States.....  | 318 |
| Table D-1  | Heat Sources and Heat Dissipation Example (1.5 W cable and 5 A) .....   | 334 |
| Table D-2  | USB 3.2 Active Cable Design Single Port Case Study at 35 °C Ambient and 60 °C Thermal Boundary<br>(Single Lane) ..... | 334 |
| Table D-3  | USB 3.2 Active Cable Design Single Port Case Study at 35 °C Ambient and 60 °C Thermal Boundary<br>(Dual Lane) .....   | 338 |
| Table E-1  | USB Safe State Electrical Requirements .....  | 347 |
| Table E-2  | USB Billboard Device Class Availability Following Alternate Mode Entry Failure.....                                   | 348 |
| Table E-3  | Alternate Mode Signal Noise Ingression Requirements.....  | 348 |
| Table F-1  | TBT3 Passive Cable Discover Identity VDO Responses .....  | 354 |
| Table F-2  | TBT3 Passive Cable VDO for USB PD Revision 2.0, Version 1.3 .....   | 355 |
| Table F-3  | TBT3 Passive Cable VDO for USB PD Revision 3.0, Version 1.2 .....   | 355 |
| Table F-4  | TBT3 Active Cable Discover Identity VDO Responses.....  | 356 |
| Table F-5  | TBT3 Active Cable VDO for USB PD Revision 2.0, Version 1.3.....   | 357 |
| Table F-6  | TBT3 Active Cable VDO 1 for USB PD Revision 3.0, Version 1.2 .....  | 357 |
| Table F-7  | TBT3 Active Cable VDO 2 for USB PD Revision 3.0, Version 1.2 .....  | 358 |
| Table F-8  | TBT3 Device Discover Identity VDO Responses .....   | 359 |
| Table F-9  | TBT3 Discover SVID VDO Responses.....   | 360 |
| Table F-10 | TBT3 Device Discover Mode VDO Responses .....   | 361 |
| Table F-11 | TBT3 Cable Discover Mode VDO Responses.....   | 362 |
| Table F-12 | TBT3 Cable Enter Mode Command .....   | 363 |
| Table F-13 | TBT3 Device Enter Mode Command.....   | 364 |
| Table F-14 | TBT3 Cable Functional Difference Summary.....   | 365 |

## Specification Work Group Chairs / Specification Editors

|   |   |
|---|---|
| Intel Corporation<br>(USB Promoter<br>company)            | Yun Ling – Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor<br>Brad Saunders – Plenary/Functional WG chair, Specification Co-author |
| Renesas Electronics<br>Corp.<br>(USB Promoter<br>company) | 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 and Release 2.0.

|   |                          |                  |                       |  |
|---|--------------------------|------------------|-----------------------|--|
| Advanced-Connectek, Inc.<br>(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               | Tim Perley       | Peter Teng            |  |
|   | Will Harris              |                  |                       |  |
| Allion Labs, Inc.                           | Howard Chang             | Brian Shih       | Chester Tsai          |  |
|   | Minoru Ohara             |                  |                       |  |
| Amphenol AssembleTech<br>(Xiamen) Co., Ltd. | Louis Chan               | Martin Li        | Alan Yang             |  |
|   | Jesse Jaramillo          | Lino Liu         |                       |  |
|   | Terry Ke                 | Shawn Wei        |                       |  |
| Amphenol Corporation                        | Zhineng Fan              |                  |                       |  |
| Agilent Technologies, Inc.                  | James Choate             |                  |                       |  |
| Analogix Semiconductor, Inc.                | Mehran Badii             | Haijian Sui      | Yueke Tang            |  |
|   | Greg Stewart             |                  |                       |  |
| Apple Inc.<br>(USB Promoter company)        | Colin Abraham            | Zheng Gao        | James Orr             |  |
|   | Mahmoud Amini            | Derek Iwamoto    | Keith Porthouse       |  |
|   | Sree Anantharaman        | Scott Jackson    | Breton Saunders       |  |
|   | Brian Baek               | Girault Jones    | Reese Schreiber       |  |
|   | Paul Baker               | Keong Kam        | Sascha Tietz          |  |
|   | Michael Bonham           | Kevin Keeler     | Jennifer Tsai         |  |
|   | Carlos Calderon          | Min Kim          | Colin Whitby-Strevens |  |
|   | Jason Chung              | Woopoung Kim     | Jeff Wilcox           |  |
|   | David Conroy             | Alexei Kosut     | Eric Wiles            |  |
|   | Bill Cornelius           | Christine Krause | Dan Wilson            |  |
|   | Christophe Daniel        | Chris Ligtenberg | Dennis Yarak          |  |
|   | William Ferry            | Matthew Mora     |                       |  |
|   | Brian Follis             | Nathan Ng        |                       |  |
|   | Bizlink Technology, Inc. | Alex Chou        | Morphy Hsieh          |  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Cadence Design Systems, Inc.                      | Marcin Behrendt<br>Huzaifa Dalal<br>Pawel Eichler<br>Sathish Kumar<br>Ganesan                     | Dariusz Kaczmarczyk<br>Tomasz Klimek<br>Jie Min<br>Asila Nahas<br>Uyen Nguyen                   | Neelabh Singh<br>Michal Staworko<br>Fred Stivers<br>Mark Summers<br>Claire Ying |
| Canova Tech                                       | Piergiorgio Beruto<br>Andrea Maniero  | Michael Marioli<br>Antonio Orzelli  | Paola Pilla<br>Nicola Scantamburlo  |
| Cirrus Logic Inc.                                 | Sean Davis  | Darren Holding  | Brad Lambert  |
| Corning Optical<br>Communication LLC              | Wojciech Giziewicz  | Ian McKay   | Jamie Silva   |
| Cosemi Technologies Inc.                          | Samir Desai   | Devang Parekh   |   |
| Cypress Semiconductor                             | Mark Fu<br>Naman Jain<br>Rushil Kadakia   | Benjamin Kropf<br>Venkat Mandagulathur<br>Anup Nayak  | Jagadeesan Raj<br>Sanjay Sancheti<br>Subu Sankaran                              |
| Dell  | Mohammed Hijazi<br>David Meyers<br>Sean O'Neal  | Ernesto Ramirez<br>Siddhartha Reddy   | Thomas Voor<br>Merle Wood   |
| Dialog Semiconductor (UK)<br>Ltd.                 | Yimin Chen  |   |   |
| Diodes Incorporated                               | Kay Annamalai<br>Justin Lee<br>Paul Li  | Bob Lo<br>Jaya Shukla   | Qun Song<br>Ada Yip   |
| DisplayLink (UK) Ltd.                             | Pete Burgers  |   |   |
| DJI Technology Co., Ltd.                          | Steve Huang   |   |   |
| Electronics Testing Center,<br>Taiwan             | Sophia Liu  |   |   |
| Elka International Ltd.                           | Roy Ting  |   |   |
| Ellisys   | Abel Astley<br>Rick Bogart  | Mario Pasquali<br>Chuck Trefts  | Tim Wei   |
| Etron Technology, Inc.                            | Chien-Cheng Kuo   |   |   |
| Feature Integration<br>Technologies Inc.          | Jacky Chan<br>Chen Kris<br>Yulin Lan  | KungAn Lin<br>Yuchi Tsao  | Paul Yang<br>Amanda Ying  |
| Foxconn / Hon Hai                                 | Patrick Casher<br>Asroc Chen<br>Joe Chen<br>Allen Cheng<br>Jason Chou<br>Edmond Choy<br>Fred Fons | Bob Hall<br>Chien-Ping Kao<br>Ji Li<br>Ann Liu<br>Terry Little<br>Steve Sedio<br>Christine Tran | Pei Tsao<br>AJ Yang<br>Yuan Zhang<br>Jessica Zheng<br>Jie Zheng<br>Andy Yao     |
| Foxlink/Cheng Uei Precision<br>Industry Co., Ltd. | Robert Chen<br>Sunny Chou<br>Carrie Chuang<br>Wen-Chuan Hsu<br>Alex Hsue                          | Armando Lee<br>Dennis Lee<br>Justin Lin<br>Robert Lu<br>Tse Wu Ting                             | Steve Tsai<br>Wen Yang<br>Wiley Yang<br>Junjie Yu                               |
| Fresco Logic Inc.                                 | Bob McVay   | Christopher Meyers  |   |

|   |                          |                    |                   |
|---|--------------------------|--------------------|-------------------|
| Google  | Alec Berg                | Nithya Jagannathan | Adam Rodriguez    |
|   | Joshua Boilard           | Lawrence Lam       | David Schneider   |
|   | Alec Berg                | Adam Langley       | Stephan Schooley  |
|   | Todd Broch               | Ingrid Lin         | Toshak Singhal    |
|   | Jim Guerin               | Richard Palatin    | Ken Wu            |
|   | Jeffrey Hayashida        | Vincent Palatin    |                   |
|   | Mark Hayter              | Dylan Reid         |                   |
| Granite River Labs                                | Yung Han Ang             | Alan Chuang        | Krishna Murthy    |
|   | Sandy Chang              | Mike Engbretson    | Johnson Tan       |
|   | Allen Chen               | Caspar Lin         | Chin Hun Yaep     |
|   | Swee Guan Chua           |                    |                   |
| Hewlett Packard Inc.<br>(USB Promoter company)    | Lee Atkinson             | Robin Castell      | Jim Mann          |
|   | Srinath Balaraman        | Steve Chen         | Linden McClure    |
|   | Roger Benson             | Michael Krause     | Mike Pescetto     |
|   | Alan Berkema             | Rahul Lakdawala    | Asjad Shamim      |
| Hirose Electric Co., Ltd.                         | Jeremy Buan              | William MacKillop  | Eungsoo Shin      |
|   | William Kysiak           | Gourgen Oganessyan | Sid Tono          |
|   | Sang-Muk Lim             |                    |                   |
| Hosiden Corporation                               | Takahisa Otsuji          | Fumitake Tamaki    |                   |
| I-PEX (Dai-ichi Seiko)                            | Alan Kinningham          | Ro Richard         | Tetsuya Tagawa    |
| Infineon Technologies                             | Tue Fatt David Wee       |                    |                   |
| Intel Corporation<br>(USB Promoter company)       | Dave Ackelson            | Ziv Kabiry         | Sridharan         |
|   | Mike Bell                | Vijaykumar Kadgi   | Ranganathan       |
|   | Brad Berlin              | Luke Johnson       | Rajaram Regupathy |
|   | Pierre Bossart           | Jerzy Kolinski     | Brad Saunders     |
|   | Kuan-Yu Chen             | Rolf Kuhn          | Ehud Shoor        |
|   | Hengju Cheng             | Henrik Leegaard    | Amit Srivastava   |
|   | Jhuda Dayan              | Edmond Lau         | Einat Surijan     |
|   | Paul Durley              | Xiang Li           | Ron Swartz        |
|   | Saranya Gopal            | Yun Ling           | David Thompson    |
|   | Howard Heck              | Guobin Liu         | Karthi Vadivelu   |
|   | Hao-Han Hsu              | Steve McGowan      | Tsion Vidal       |
|   | Seppo Ingalsuo           | Sankaran Menon     | Stephanie Wallick |
|   | Abdul (Rahman)<br>Ismail | Chee Lim Nge       | Rafal Wielicki    |
|   | James Jaussi             | Sagar Pawar        | Devon Worrell     |
|   |                          | Li Yuan            |                   |
| Japan Aviation Electronics<br>Industry Ltd. (JAE) | Kenji Hagiwara           | Tadashi Okubo      | Masaaki Takaku    |
|   | Hiroaki Ikeda            | Kazuhiro Saito     | Jussi Takaneva    |
|   | Masaki Kimura            | Kimiaki Saito      | Tomohiko Tamada   |
|   | Toshio Masumoto          | Yuichi Saito       | Kentaro Toda      |
|   | Kenta Minejima           | Mark Saubert       | Kouhei Ueda       |
|   | Toshiyuki Moritake       | Toshio Shimoyama   | Takakazu Usami    |
|   | Joe Motojima             | Tatsuya Shioda     | Masahide Watanabe |
|   | Ron Muir                 | Atsuo Tago         | Youhei Yokoyama   |
| JPC/Main Super Inc.                               | Sam Tseng                | Ray Yang           |                   |
| LeCroy Corporation                                | Daniel H. Jacobs         | Tyler Joe          |                   |
| Lenovo  | Rob Bowser               | Jianye Li          | Howard Locker     |
|   | Tomoki Harada            | Wei Liu            |                   |

|   |                    |                  |                      |
|---|--------------------|------------------|----------------------|
| LG Electronics Inc.                             | Do Kyun Kim        |                  |                      |
| Lintes Technology Co., Ltd.                     | Tammy Huang        | Max Lo           | JinYi Tu             |
|   | Charles Kaun       | CT Pien          | Jason Yang           |
|   | RD Lintes          |                  |                      |
| Lotes Co., Ltd.                                 | Ariel Delos Reyes  | Charles Kaun     | John Lynch           |
|   | Ernest Han         | Chi-Chang Lin    | JinYi Tu             |
|   | Mark Ho            | Max Lo           | Jason Yang           |
|   | Regina Liu-Hwang   |                  |                      |
| LSI Corporation                                 | Dave Thompson      |                  |                      |
| Luxshare-ICT                                    | Josue Castillo     | Alan Kinningham  | Sean O'Neal          |
|   | Daniel Chen        | Gorden Lin       | Scott Shuey          |
|   | Lisen Chen         | John Lin         | James Stevens        |
|   | Sally Chiu         | Stone Lin        | Pat Young            |
|   | CY Hsu             | Alan Liu         |                      |
| Maxim Integrated Products                       | Forrest Christo    | Sang Kim         | Michael Miskho       |
|   | Ken Helfrich       | Jeff Lo          | Jacob Scott          |
| MCCI Corporation                                | Terry Moore        |                  |                      |
| MediaTek Inc.                                   | Alex YC Lin        |                  |                      |
| MegaChips Corporation                           | Alan Kobayashi     | Satoru Kumashiro |                      |
| Microchip (SMSC)                                | Josh Averyt        | Matthew Kalibat  | John Sisto           |
|   | Mark Bohm          | Donald Perkins   | Anthony Tarascio     |
|   | Shannon Cash       | Richard Petrie   | Kiet Tran            |
|   | Thomas Farkas      | Mohammed Rahman  | Christopher Twigg    |
|   | Fernando Gonzalez  | Andrew Rogers    | Prasanna Vengateshan |
| Microsoft Corporation<br>(USB Promoter company) | Randy Aull         | Teemu Helenius   | Toby Nixon           |
|   | Jim Belesiu        | Dan Iatco        | Rahul Ramadas        |
|   | Michelle Bergeron  | Kai Inha         | Srivatsan Ravindran  |
|   | Fred Bhesania      | Jayson Kastens   | Nathan Sherman       |
|   | Anthony Chen       | Andrea Keating   | Bala Sivakumar       |
|   | Philip Froese      | Shoaib Khan      | Timo Toivola         |
|   | Vivek Gupta        | Eric Lee         | David Voth           |
|   | David Hargrove     | Ivan McCracken   | Andrew Yang          |
|   | Robbie Harris      | Arvind Murching  | Panu Ylihaavisto     |
|   | Robert Hollyer     | Gene Obie        |                      |
| Molex LLC                                       | Adib Al Abaji      | Alan MacDougall  |                      |
| Monolithic Power Systems                        | Di Han             | Chris Sporck     |                      |
| MQP Electronics Ltd.                            | Sten Carlsen       | Pat Crowe        |                      |
| NEC Corporation                                 | Kenji Oguma        |                  |                      |
| Newnex Technology Corp.                         | Sam Liu            | Nimrod Peled     |                      |
| Nokia Corporation                               | Daniel Gratiot     | Samuli Makinen   | Timo Toivola         |
|   | Pekka Leinonen     | Pekka Talmola    | Panu Ylihaavisto     |
| NXP Semiconductors                              | Mahmoud EL Sabbagh | Ken Jaramillo    | Guru Prasad          |
|   | Dennis Ha          | Vijendra Kuroodi | Krishnan TN          |
| Oculus VR LLC                                   | Amish Babu         | Marty Evans      | Joaquin Fierro       |
| ON Semiconductor                                | Eduardo De Reza    | Christian Klein  | Michael Smith        |
|   | Oscar Freitas      | Amir Lahooti     |                      |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Parade Technologies, Inc.                           | Jian Chen<br>Craig Wiley   | Paul Xu   | Alan Yuen   |
| Power Integrations                                  | Shruti Anand<br>Rahul Joshi  | Aditya Kulkarni<br>Akshay Nayaknur  | Amruta Patra  |
| Qualcomm, Inc.                                      | Lior Amarilio<br>Aris Balatsos<br>Tomer Ben Chen<br>Richard Burrows<br>Amit Gil<br>James Goel<br>Amit Gupta                    | Philip Hardy<br>Will Kun<br>Jonathan Luty<br>Lalan Mishra<br>George Paparrizos<br>Vatsal Patel  | Jack Pham<br>Vamsi Samavedam<br>Matthew Sienko<br>Dmitrii Vasilchenko<br>Joshua Warner<br>Chris Wiesner     |
| Realtek Semiconductor Corp.                         | Marco Chiu<br>Tsung-Peng Chuang<br>Charlie Hsu<br>Fan-Hau Hsu  | Ty Kingsmore<br>Ray Lee<br>Jay Lin<br>Ryan Lin  | Terry Lin<br>Chuting Su<br>Changhung Wu   |
| Renesas Electronics Corp.<br>(USB Promoter company) | Kai Bao<br>Bob Dunstan<br>Nobuo Furuya   | Philip Leung<br>Kiichi Muto<br>Ziba Nami  | Hajime Nozaki<br>Yosuke Sasaki<br>Toshifumi Yamaoka   |
| Richtek Technology Corp.                            | Roger Lo   |   |   |
| Rohm Co., Ltd.                                      | Mark Aaldering<br>Kris Bahar<br>Ruben Balbuena<br>Nobutaka Itakura   | Yusuke Kondo<br>Arun Kumar<br>Chris Lin<br>Kazuomi Nagai  | Yoshinori Ohwaki<br>Takashi Sato<br>Hiroshi Yoshimura   |
| Samsung Electronics Co., Ltd.                       | Jaedeok Cha<br>KangSeok Cho<br>WooIn Choi<br>Yeongbok Choi<br>Cheolyoon Chung<br>JaeRyong Han<br>Jaehyeok Jang<br>Wonseok Jang | Sangju Kim<br>Soondo Kim<br>Woonki Kim<br>Jagoun Koo<br>Termi Kwon<br>Cheolho Lee<br>Edward Lee | Jun Bum Lee<br>Jinyoung Oh<br>Chahoon Park<br>Chulwoo Park<br>Youngjin Park<br>Jung Waneui<br>Sunggeun Yoon |
| Seagate   | Alvin Cox<br>Emmanuel Lemay  | Tony Priborsky<br>Tom Skaar   | Dan Smith   |
| Shenzhen Deren Electronic Co., Ltd.                 | Smark (Zhudong) Huo<br>Wen Fa Lei  | Yang Lirong   | Lucy Zhang  |
| Silicon Line GmbH                                   | Ian Jackson  |   |   |
| SiliConch Systems Private Limited                   | Jaswanth Ammineni<br>Pavitra<br>Balasubramanian<br>Kaustubh Kumar<br>Aniket Mathad   | Shubham Paliwal<br>Jinisha Patel<br>Vinay Patel<br>Rakesh Polasa                                | Vishnu Pusuluri<br>Abhishek<br>Sardeshpande<br>Satish Anand Verkila   |
| Simula Technology Inc.                              | John Chang<br>Voss Cheng<br>Thomas Li  | Jung Lin<br>Jyunming Lin<br>Doris Liu   | CK Wang<br>Alice Yu   |
| Softnautics LLP                                     | Bhaves Desai<br>Hetal Jariwala   | Dipakkumar Modi<br>Ishita Shah  | Ujjwal Talati   |
| Sony Corporation                                    | Shinichi Hirata  | Shigenori Tagami  |   |
| Spectra7 Microsystems Corp.                         | Andrew Kim   | James McGrath   | John Mitchell   |
| Specwerkz   | Amanda Hosler  | Diane Lenox   |   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| STMicroelectronics<br>(USB Promoter company)     | Jerome Bach<br>Nathalie Ballot<br>Filippo Bonaccorso<br>Christophe Cochard<br>Nicolas Florenchie<br>Cedric Force  | Gregory Cosciniak<br>Chekib Hammami<br>Joel Huloux<br>Christophe Lorin<br>Patrizia Milazzo<br>Federico Musarra                                  | Pascal Legrand<br>Richard O'Connor<br>Massimo Panzica<br>Legrand Pascal<br>Nicolas Perrin  |
| Sumitomo Electric Ind., Ltd.                     | Takeshi Inoue<br>Yasuhiro Maeda   | Wataru Sakurai<br>Sainer Siagian  | Masaki Suzuki<br>Mitsuaki Tamura   |
| Synaptics Inc.                                   | Daniel Bogard   | Jeff Lukanc   | Prashant Shamarao  |
| Synopsys, Inc.                                   | Subramaniam<br>Aravindhan   | Morten Christiansen<br>Nivin George   | Satya Patnala  |
| Tektronix, Inc.                                  | Randy White   |   |  |
| Texas Instruments<br>(USB Promoter company)      | Jawaid Ahmad<br>Mike Campbell<br>Greg Collins<br>Gary Cooper<br>GP Gopalakrishnan<br>Craig Greenberg<br>Richard Hubbard<br>Nate Johnson<br>Michael Koltun IV<br>Yoon Lee<br>Grant Ley | Win Maung<br>Shafiuddin<br>Mohammed<br>Lauren Moore<br>Brian Parten<br>Martin Patoka<br>Jason Peck<br>John Perry<br>Louis Peryea<br>Brian Quach | Sai Karthik Rajaraman<br>Wes Ray<br>Dafydd Roche<br>Anwar Sadat<br>Cory Stewart<br>Sue Vining<br>Bill Waters<br>Deric Waters<br>Gregory Watkins<br>Roy Wojciechowski |
| Total Phase                                      | Chris Yokum   |   |  |
| Tyco Electronics Corp.<br>(TE Connectivity Ltd.) | Max Chao<br>Robert E. Cid<br>Calvin Feng<br>Kengo Ijiro<br>Eiji Ikematsu<br>Joan Leu<br>Clark Li  | Mike Lockyer<br>Jeff Mason<br>Takeshi Nakashima<br>Luis A. Navarro<br>Masako Saito<br>Yoshiaki Sakuma<br>Gavin Shih                             | Hiroshi Shirai<br>Hidenori Taguchi<br>Nathan Tracy<br>Bernard Vetten<br>Ryan Yu<br>Noah Zhang<br>Sjoerd Zwartkruis   |
| UL LLC   | Michael Hu  |   |  |
| Varjo Technologies                               | Kai Inha  |   |  |
| Ventev Mobile                                    | Brad Cox  | Colin Vose  |  |
| VIA Technologies Inc.                            | Terrance Shih   | Jay Tseng   | Fong-Jim Wang  |
| Weltrend Semiconductor                           | Hung Chiang<br>Jeng Cheng   | Wayne Lo<br>Ho Wen Tsai   | Eric Wu  |
| Xiaomi Communications Co.,<br>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<br>Institute (ITRI) | Motorola Mobility LLC<br>PalCONN/PalNova (Palpilot<br>International Corp.) | SMK Corporation<br>Toshiba Corporation |



Joinsoon Electronics Mfg. Co.  
Ltd.

## 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. |

## 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 2.0** *Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification*  
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 3.0, Version 2.0, August 2019*  
*(including posted errata and ECNs)*
- USB BB** *USB Billboard Device Class Specification, Revision 1.21, September 8, 2016*
- 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 1.0b, 03 November 2017*

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 Electrotechnique 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. A 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 IEC 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

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 |
|--------------|-----------------|
| 100/3439/CDV | 100/3501/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

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 "<http://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®**

**Edition 2.0  
Août 2019**

**Copyright © 2014-2019, USB 3.0 Promoter Group:  
Apple Inc., Hewlett-Packard Inc., Intel Corporation, Microsoft Corporation, Renesas,  
STMicroelectronics, and 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 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 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, 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.

#### DENI 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 d'implémentation 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 USB 3.0 Adopters Agreement.

USB Type-C®, USB-C®, USB 2.0 Type-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 cette spécification, qui ont reçu la certification appropriée et sont utilisés dans le cadre d'une licence de la marque Thunderbolt™ – voir [usb.org/compliance](http://usb.org/compliance) pour plus d'informations.



## SOMMAIRE

|  |     |
|--|-----|
| Présidence du groupe de travail/Editeurs de la spécification.....  | 384 |
| Contributeurs du groupe de travail de la spécification .....   | 384 |
| Sociétés du secteur qui ont apporté leurs commentaires au stade révision de la version<br>initiale .....                                   | 389 |
| Historique des révisions.....  | 390 |
| 1 Introduction .....   | 391 |
| 1.1 Objet .....  | 391 |
| 1.2 Domaine d'application .....  | 391 |
| 1.3 Documents connexes .....   | 392 |
| 1.4 Conventions.....   | 392 |
| 1.4.1 Ordre de priorité .....  | 392 |
| 1.4.2 Mots-clés .....  | 392 |
| 1.4.3 Numérotation .....   | 393 |
| 1.5 Termes et abréviations .....   | 393 |
| 2 Vue d'ensemble .....   | 399 |
| 2.1 Introduction .....   | 399 |
| 2.2 Connecteurs mâles, connecteurs femelles et câbles USB Type-C.....  | 400 |
| 2.3 Processus de configuration .....   | 401 |
| 2.3.1 Détection des branchements/débranchements entre la source et le<br>collecteur .....  | 402 |
| 2.3.2 Détection de l'orientation du connecteur mâle ou des câbles torsadés.....  | 402 |
| 2.3.3 Détection de l'alimentation initiale (source-collecteur) et établissement de<br>la relation avec les données (hôte-dispositif) ..... | 402 |
| 2.3.4 Détection et utilisation du courant VBUS USB Type-C .....  | 403 |
| 2.3.5 Communication USB PD.....  | 404 |
| 2.3.6 Extensions fonctionnelles.....   | 404 |
| 2.4 VBUS.....  | 404 |
| 2.5 VCONN.....   | 405 |
| 2.6 Hubs .....   | 405 |
| 3 Mécanique.....   | 406 |
| 3.1 Vue d'ensemble .....   | 406 |
| 3.1.1 Connecteurs conformes.....   | 406 |
| 3.1.2 Ensembles câble-connecteurs conformes.....   | 406 |
| 3.1.3 Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant conformes .....   | 407 |
| 3.1.4 Ensembles adaptateurs USB Type-C vers existant conformes .....   | 407 |
| 3.2 Interfaces de couplage des connecteurs USB Type-C .....  | 408 |
| 3.2.1 Définition de l'interface .....  | 408 |
| 3.2.2 Schémas de référence .....   | 435 |
| 3.2.3 Affectation des broches et descriptions .....  | 445 |
| 3.3 Construction des câbles et affectation des fils .....  | 447 |
| 3.3.1 Construction des câbles (informative) .....  | 447 |
| 3.3.2 Affectation des fils .....   | 450 |
| 3.3.3 Calibres de fil et diamètres de câble (informatifs) .....  | 451 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.4    | Ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés.....                                   | 453 |
| 3.4.1  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet.....                                       | 453 |
| 3.4.2  | Ensemble câble-connecteurs USB 2.0 Type-C.....   | 454 |
| 3.4.3  | Ensembles câble-connecteurs captifs USB Type-C.....                                      | 455 |
| 3.5    | Ensembles câble-connecteurs existants .....  | 455 |
| 3.5.1  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-A.....                | 456 |
| 3.5.2  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A.....                | 458 |
| 3.5.3  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B.....                | 459 |
| 3.5.4  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B.....                | 461 |
| 3.5.5  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B.....                    | 462 |
| 3.5.6  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B .....                  | 463 |
| 3.5.7  | Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B .....                  | 465 |
| 3.6    | Ensembles adaptateurs existants .....  | 466 |
| 3.6.1  | Ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i><br>Standard-A..... | 466 |
| 3.6.2  | Ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 2.0</i> Micro-B .....      | 468 |
| 3.7    | Caractéristiques électriques.....  | 469 |
| 3.7.1  | Câble brut (informatif) .....  | 469 |
| 3.7.2  | Ensembles câble-connecteurs passifs USB Type-C vers Type-C (normatifs).....              | 470 |
| 3.7.3  | Connecteur couplé (informatif – USB 3.2 Gen 2 et USB4 Gen 2) .....                       | 491 |
| 3.7.4  | Connecteur couplé (normatif – USB4 Gen 3) .....  | 496 |
| 3.7.5  | Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant (normatifs) .....                   | 497 |
| 3.7.6  | Ensembles adaptateurs USB Type-C vers USB existant (normatifs) .....                     | 501 |
| 3.7.7  | Exigences concernant l'efficacité de l'écrantage (normatives).....                       | 503 |
| 3.7.8  | Exigences électriques en courant continu (normatives).....                               | 506 |
| 3.8    | Exigences mécaniques et environnementales (normatives).....                              | 510 |
| 3.8.1  | Exigences mécaniques .....   | 510 |
| 3.8.2  | Exigences environnementales .....  | 516 |
| 3.9    | Applications d'accueil (informatives) .....  | 518 |
| 3.10   | Notes relatives à la mise en œuvre et guides de conception.....                          | 519 |
| 3.10.1 | Gestion de la CEM (informative) .....  | 519 |
| 3.10.2 | Espacement physique des connecteurs empilés et adjacents (informatif) .....              | 523 |
| 3.10.3 | Remarques sur le couplage des câbles (informatives) .....                                | 523 |
| 4      | Exigences fonctionnelles .....   | 525 |
| 4.1    | Récapitulatif des signaux .....  | 525 |
| 4.2    | Description des broches de signal.....   | 525 |
| 4.2.1  | Broches USB SuperSpeed .....   | 525 |
| 4.2.2  | Broches USB 2.0.....   | 526 |
| 4.2.3  | Broches de signal auxiliaire .....   | 526 |
| 4.2.4  | Broches d'alimentation et de terre .....   | 526 |
| 4.2.5  | Broches de configuration.....  | 526 |
| 4.3    | Utilisation en bande latérale (SBU).....   | 526 |
| 4.4    | Alimentation et terre .....  | 527 |
| 4.4.1  | Chute de tension ohmique .....   | 527 |
| 4.4.2  | VBUS .....   | 528 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 4.4.3   | VCONN.....   | 530 |
| 4.5     | Canal de configuration (CC).....   | 535 |
| 4.5.1   | Vue d'ensemble de l'architecture.....  | 535 |
| 4.5.2   | Exigences fonctionnelles et comportementales des broches CC.....                         | 551 |
| 4.5.3   | Comportement d'interopérabilité des ports USB.....                                       | 590 |
| 4.6     | Alimentation.....  | 614 |
| 4.6.1   | Exigences relatives à l'alimentation pendant la veille USB.....                          | 615 |
| 4.6.2   | Alimentation de la VBUS par câble USB Type-C.....  | 615 |
| 4.7     | Hubs USB.....  | 622 |
| 4.8     | Alimentation et charge.....  | 622 |
| 4.8.1   | DFP comme source d'alimentation.....   | 622 |
| 4.8.2   | Méthodes de charge non USB.....  | 625 |
| 4.8.3   | Hôte collecteur.....   | 625 |
| 4.8.4   | Dispositif d'alimentation.....   | 625 |
| 4.8.5   | Charge d'un système avec une batterie déchargée.....                                     | 626 |
| 4.8.6   | Chargeurs multiports USB Type-C.....   | 626 |
| 4.9     | Câbles avec marquage électronique.....   | 629 |
| 4.9.1   | Valeurs de paramètres.....   | 631 |
| 4.9.2   | Câbles actifs.....   | 631 |
| 4.10    | Accessoires alimentés par VCONN (VPA) et dispositifs USB alimentés par VCONN (VPD).....  | 631 |
| 4.10.1  | Accessoires alimentés par VCONN (VPA).....   | 631 |
| 4.10.2  | Dispositifs USB alimentés par VCONN (VPD).....   | 632 |
| 4.11    | Valeurs de paramètres.....   | 634 |
| 4.11.1  | Paramètres de terminaison.....   | 634 |
| 4.11.2  | Paramètres de temporisation.....   | 636 |
| 4.11.3  | Paramètres de tension.....   | 639 |
| 5       | Découverte et mise en service USB4.....  | 641 |
| 5.1     | Présentation du processus de découverte et de mise en service.....                       | 641 |
| 5.2     | Exigences fonctionnelles concernant l'USB4.....  | 642 |
| 5.2.1   | Exigences fonctionnelles concernant les hôtes USB4.....                                  | 642 |
| 5.2.2   | Exigences fonctionnelles concernant les dispositifs USB4.....                            | 642 |
| 5.2.3   | Prise en charge du mode alternatif USB4.....   | 642 |
| 5.2.3.1 | Prise en charge des modes alternatifs USB4 sur les hôtes.....                            | 642 |
| 5.2.3.2 | Prise en charge du mode alternatif USB4 sur les hubs et les stations d'accueil USB4..... | 643 |
| 5.3     | Exigences concernant l'alimentation USB4.....  | 643 |
| 5.3.1   | Exigences concernant l'alimentation de la source.....                                    | 643 |
| 5.3.2   | Exigences concernant l'alimentation du collecteur.....                                   | 643 |
| 5.3.3   | Exigences concernant la gestion de l'alimentation d'un dispositif.....                   | 644 |
| 5.4     | Exigences concernant le processus de découverte et de mise en service de l'USB4.....     | 644 |
| 5.4.1   | Connexion USB Type-C initiale.....   | 644 |
| 5.4.2   | Contrat d'alimentation USB.....  | 645 |
| 5.4.3   | Processus de découverte et de mise en service de l'USB4.....                             | 645 |
| 5.4.3.1 | Découverte de dispositifs USB4 (SOP).....  | 647 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 5.4.3.2 | Découverte de câbles USB4 (SOP').....  | 647 |
| 5.4.3.3 | Mise en service de l'USB4 .....  | 650 |
| 5.4.4   | Fonctionnement après mise en service de l'USB4.....  | 650 |
| 5.4.4.1 | Pendant le fonctionnement USB4.....  | 650 |
| 5.4.4.2 | Sortie du fonctionnement USB4.....   | 651 |
| 5.5     | Exigences concernant la connexion des hubs USB4.....   | 651 |
| 5.5.1   | Exigences concernant la connexion initiale des ports d'un hub USB4.....                              | 651 |
| 5.5.2   | Découverte des capacités de l'hôte et de l'UFP d'un hub USB4 .....                                   | 651 |
| 5.5.3   | Exigences concernant la connexion au DFP d'un hub .....  | 652 |
| 5.5.3.1 | Connexions spéculatives .....  | 652 |
| 5.5.3.2 | Connexions fonctionnelles.....   | 652 |
| 5.5.4   | Modèle de processus de comportement de connexion des ports d'un hub .....                            | 653 |
| 5.5.5   | Connexion aux hubs USB4 en aval .....  | 661 |
| 5.5.6   | Exigences fonctionnelles concernant le repli des hubs USB4.....                                      | 661 |
| 5.6     | Exigences concernant la connexion des dispositifs USB4.....  | 661 |
| 5.6.1   | Mappage de repli des fonctions périphériques USB4 vers les types de classes de dispositifs USB ..... | 661 |
| 5.7     | Valeurs de paramètres .....  | 662 |
| 5.7.1   | Paramètres de temporisation.....   | 662 |
| 6       | Câbles actifs.....   | 664 |
| 6.1     | Diagramme d'états USB Type-C.....  | 666 |
| 6.2     | Exigences concernant l'USB PD .....  | 666 |
| 6.2.1   | Exigences concernant les câbles actifs USB PD.....   | 667 |
| 6.2.2   | Messages USB PD des câbles OIAC .....  | 668 |
| 6.2.3   | Comportements des câbles actifs courts en réponse aux événements d'alimentation .....                | 682 |
| 6.3     | Processus et diagrammes d'états de connexion des câbles OIAC .....                                   | 683 |
| 6.3.1   | Processus de connexion des câbles OIAC – Découverte – Phase 1 .....                                  | 683 |
| 6.3.2   | Processus de connexion des câbles OIAC – Réamorçage – Phase 2 .....                                  | 685 |
| 6.3.3   | Processus de connexion des câbles OIAC – Configuration – Phase 3 .....                               | 686 |
| 6.3.4   | Diagramme d'états de connexion du connecteur mâle maître d'un câble OIAC.....                        | 689 |
| 6.3.5   | Diagramme d'états de connexion du connecteur mâle esclave d'un câble OIAC.....                       | 699 |
| 6.4     | Exigences concernant l'alimentation des câbles actifs .....  | 705 |
| 6.4.1   | Exigences concernant la VBUS.....  | 705 |
| 6.4.2   | Exigences concernant la VBUS d'un câble OIAC .....   | 705 |
| 6.4.3   | Règles USB PD à l'état actif .....   | 707 |
| 6.4.4   | Exigences concernant la VCONN.....   | 708 |
| 6.5     | Exigences mécaniques.....  | 708 |
| 6.5.1   | Exigences thermiques .....   | 708 |
| 6.5.2   | Espacement des connecteurs mâles .....   | 709 |
| 6.6     | Exigences électriques .....  | 709 |
| 6.6.1   | Exigence concernant l'efficacité de l'écrantage .....  | 709 |
| 6.6.2   | Exigence concernant les signaux à basse vitesse .....  | 709 |
| 6.6.3   | USB 2.0.....   | 710 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.6.4 | USB 3.2.....   | 711 |
| 6.6.5 | Facteur d'adaptation .....   | 719 |
| 6.7   | Câbles actifs qui prennent en charge les modes alternatifs .....                       | 719 |
| 6.7.1 | Découverte des SVID .....  | 719 |
| 6.7.2 | Découverte des modes .....   | 719 |
| 6.7.3 | Modes Enter/Exit .....   | 720 |
| 6.7.4 | Alimentation en modes alternatifs.....   | 720 |
| A     | Mode accessoire d'adaptateur audio.....  | 721 |
| A.1   | Vue d'ensemble .....   | 721 |
| A.2   | Description .....  | 721 |
| A.3   | Exigences électriques.....   | 723 |
| A.4   | Exemples de mise en œuvre .....  | 724 |
| A.4.1 | Adaptateur passif 3,5 mm-USB Type-C – Commutateur de détection à pôle unique .....     | 724 |
| A.4.2 | Adaptateur 3,5 mm-USB Type-C assumant une charge de 500 mA.....                        | 725 |
| B     | Mode accessoire de débogage.....   | 727 |
| B.1   | Vue d'ensemble .....   | 727 |
| B.2   | Fonctionnel.....   | 727 |
| B.2.1 | Récapitulatif des signaux.....   | 728 |
| B.2.2 | Interopérabilité des ports .....   | 728 |
| B.2.3 | Entrée en mode accessoire de débogage.....   | 728 |
| B.2.4 | Diagrammes d'états de connexion .....  | 729 |
| B.2.5 | Comportement d'interopérabilité des ports d'un DTS .....                               | 738 |
| B.2.6 | Détection de l'orientation.....  | 748 |
| B.3   | Exigences de sécurité/confidentialité.....   | 749 |
| C     | Audio numérique USB Type-C .....   | 750 |
| C.1   | Vue d'ensemble .....   | 750 |
| C.2   | Spécifications USB Type-C audio numérique .....  | 750 |
| D     | Considérations relatives à la conception thermique des câbles actifs.....              | 752 |
| D.1   | Introduction .....   | 752 |
| D.2   | Modèle.....  | 752 |
| D.2.1 | Hypothèses.....  | 752 |
| D.2.2 | Architecture du modèle .....   | 753 |
| D.2.3 | Sources de chaleur.....  | 754 |
| D.2.4 | Flux thermique.....  | 754 |
| D.3   | Câble actif USB 3.2 à voie unique.....   | 756 |
| D.3.1 | Considérations relatives à la conception des câbles actifs USB 3.2 à voie unique ..... | 756 |
| D.4   | Câbles actifs à double voie.....   | 759 |
| D.4.1 | Considérations relatives à la conception des câbles actifs USB 3.2 à double voie ..... | 759 |
| D.4.2 | Câble actif USB 3.2 à double voie en configuration à plusieurs ports.....              | 762 |
| D.5   | Considérations relatives à la conception des hôtes et des dispositifs USB 3.2 .....    | 763 |
| D.5.1 | Diffusion thermique ou refroidissement à partir de l'hôte ou du dispositif....         | 764 |
| D.5.2 | Contrôle de la température de la carte mère.....                                       | 765 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| D.5.3 | Espacement élargi des ports pour les applications à plusieurs ports .....                    | 765 |
| D.5.4 | Stratégies d'alimentation.....   | 765 |
| E     | Modes alternatifs.....   | 766 |
| E.1   | Architecture des modes alternatifs.....  | 766 |
| E.2   | Exigences relatives aux modes alternatifs.....   | 766 |
| E.2.1 | Réaffectation des broches en mode alternatif.....  | 767 |
| E.2.2 | Exigences électriques relatives aux modes alternatifs.....                                   | 768 |
| E.3   | Valeurs de paramètres .....  | 771 |
| E.4   | Exemple de mode alternatif – Station d'accueil USB DisplayPort™ .....                        | 772 |
| E.4.1 | Exemple de station d'accueil USB DisplayPort™ .....  | 772 |
| E.4.2 | Vue d'ensemble fonctionnelle .....   | 774 |
| E.4.3 | Récapitulatif fonctionnel.....   | 774 |
| F     | Découverte de compatibilité et mise en service de Thunderbolt™ 3.....                        | 776 |
| F.1   | Exigences fonctionnelles concernant le mode de compatibilité TBT3.....                       | 776 |
| F.1.1 | Exigences concernant les alimentations compatibles TBT3 .....                                | 776 |
| F.1.2 | Exigences concernant les hôtes compatibles TBT3 .....  | 776 |
| F.1.3 | Exigences en amont concernant les dispositifs compatibles TBT3 .....                         | 776 |
| F.1.4 | Exigences en aval concernant les dispositifs compatibles TBT3.....                           | 777 |
| F.1.5 | Dispositif autoalimenté compatible TBT3 sans règles prédéfinies pour les ports en amont..... | 777 |
| F.1.6 | Dispositifs compatibles TBT3 avec câble captif.....  | 777 |
| F.2   | Processus de découverte et de mise en service TBT3 .....                                     | 778 |
| F.2.1 | Réponses de découverte d'identité d'un câble passif TBT3.....                                | 780 |
| F.2.2 | Réponses de découverte d'identité d'un câble actif TBT3.....                                 | 782 |
| F.2.3 | Réponses de découverte d'identité d'un dispositif TBT3 .....                                 | 785 |
| F.2.4 | Réponses de découverte de SVID TBT3.....   | 786 |
| F.2.5 | Réponses de découverte de mode d'un dispositif TBT3.....                                     | 787 |
| F.2.6 | Réponses de découverte de mode d'un câble TBT3.....  | 788 |
| F.2.7 | Commande Enter Mode d'un câble TBT3 .....  | 789 |
| F.2.8 | Commande Enter Mode d'un dispositif TBT3 .....   | 790 |
| F.2.9 | Récapitulatif des différences fonctionnelles entre les câbles TBT3.....                      | 791 |

## FIGURES

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| Figure 2-1 | — Interface d'un connecteur femelle USB Type-C (vue de face).....  | 400 |
| Figure 2-2 | — Interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet (vue de face).....   | 400 |
| Figure 3-1 | — Dimensions d'interface d'un connecteur femelle USB Type-C.....   | 411 |
| Figure 3-2 | — Schéma de référence des zones de contact d'un ressort CEM externe pour un connecteur mâle USB Type-C.....                        | 416 |
| Figure 3-3 | — Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet .....   | 417 |
| Figure 3-4 | — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté à la verticale (informative) .....                               | 421 |
| Figure 3-5 | — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté à angle droit, en surface et sur deux rangées (informative)..... | 422 |
| Figure 3-6 | — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C hybride monté à angle droit (informative).....                         | 423 |
| Figure 3-7 | — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté en surface, au centre et sur deux rangées (informative).....     | 425 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 3-8 — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C hybride monté au centre<br>(informative).....                                     | 426 |
| Figure 3-9 — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB 2.0 Type-C à insérer monté à angle droit<br>(informative).....                           | 427 |
| Figure 3-10 — Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB 2.0 Type-C monté à angle droit sur une<br>rangée (informative).....                     | 428 |
| Figure 3-11 — Dimensions d'interface d'un connecteur mâle <i>USB 2.0</i> Type-C.....   | 431 |
| Figure 3-12 — Exigences concernant la pointe du ressort d'écrantage CEM d'un connecteur mâle USB Type-C<br>.....   | 434 |
| Figure 3-13 — Schéma de référence de la plaque médiane du connecteur femelle.....  | 436 |
| Figure 3-14 — Schéma de référence du verrou latéral .....  | 437 |
| Figure 3-15 — Représentation du verrou soudé à la terre de la carte d'accès.....   | 437 |
| Figure 3-16 — Schéma de référence du ressort CEM interne d'un connecteur mâle USB Type-C Complet....   | 438 |
| Figure 3-17 — Schéma de référence du ressort CEM interne d'un connecteur mâle <i>USB 2.0</i> Type-C .....  | 440 |
| Figure 3-18 — Schéma de référence d'une plaque CEM interne.....  | 441 |
| Figure 3-19 — Schéma de référence d'un connecteur femelle USB Type-C équipé de ressorts CEM externes<br>.....  | 443 |
| Figure 3-20 — Conception de référence de la carte d'accès d'un connecteur mâle USB Type-C Complet.....   | 444 |
| Figure 3-21 — Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet; exemple de fil coaxial avec VCONN<br>.....                                       | 447 |
| Figure 3-22 — Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet; exemple de fil coaxial sans VCONN<br>.....                                       | 448 |
| Figure 3-23 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet normalisé.....   | 453 |
| Figure 3-24 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers USB 3.1 Standard-A.....   | 456 |
| Figure 3-25 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A .....   | 458 |
| Figure 3-26 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B .....   | 459 |
| Figure 3-27 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B .....   | 461 |
| Figure 3-28 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B.....  | 462 |
| Figure 3-29 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B .....  | 463 |
| Figure 3-30 — Ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B .....  | 465 |
| Figure 3-31 — Ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i> Standard-A .....   | 466 |
| Figure 3-32 — Ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 2.0</i> Micro-B .....  | 468 |
| Figure 3-33 — Représentation des points d'essai pour un ensemble câble-connecteurs couplé .....  | 470 |
| Figure 3-34 — Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée (USB 3.2 Gen 2 et USB4<br>Gen 2).....                                  | 471 |
| Figure 3-35 — Exigence concernant le facteur d'adaptation différentiel recommandé.....   | 472 |
| Figure 3-36 — Exigence concernant la diaphonie différentielle recommandée.....   | 472 |
| Figure 3-37 — Exigence concernant la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles recommandées entre<br>la paire USB D+/D- et les paires TX/RX..... | 473 |
| Figure 3-38 — Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée (USB4 Gen 3).....  | 474 |
| Figure 3-39 — Représentation de l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist.....  | 475 |
| Figure 3-40 — Spectre d'une impulsion en entrée.....   | 476 |
| Figure 3-41 — Limite d'IMR en fonction de ILfitatNq.....   | 477 |
| Figure 3-42 — Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq.....   | 479 |
| Figure 3-43 — Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun.....   | 480 |
| Figure 3-44 — Limite d'IMR en fonction de ILfit à 10 GHz (USB4 Gen 3).....   | 481 |
| Figure 3-45 — Définition du port, de la victime et de l'agresseur.....   | 482 |
| Figure 3-46 — Limite IXT_DP et IXT_USB en fonction de ILfit à 10 GHz (USB4 Gen 3) .....  | 482 |
| Figure 3-47 — Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq (USB4 Gen 3).....  | 483 |
| Figure 3-48 — Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun (USB4 Gen 3) ...   | 483 |
| Figure 3-49 — Ensemble câble-connecteurs dans le système .....   | 484 |
| Figure 3-50 — Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil CC et le fil D+/D- .....   | 487 |
| Figure 3-51 — Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les<br>câbles USB 2.0 Type-C.....                            | 487 |
| Figure 3-52 — Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les<br>câbles USB Type-C Complet.....                        | 488 |

|   |     |
|---|-----|
| Figure 3-53 — Exigence concernant le couplage différentiel entre VBUS et D+/D- .....  | 488 |
| Figure 3-54 — Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A et SBU_B.....   | 489 |
| Figure 3-55 — Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A/SBU_B et CC.....  | 490 |
| 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.....  | 490 |
| Figure 3-57 — Représentation du connecteur couplé USB Type-C .....  | 492 |
| Figure 3-58 — Limites d'impédance recommandées d'un connecteur couplé USB Type-C.....   | 492 |
| Figure 3-59 — Dimensions recommandées des vides de terre pour un connecteur femelle USB Type-C.....   | 493 |
| Figure 3-60 — Limites recommandées pour la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles entre la paire D+/D- et les paires TX/RX ..... | 495 |
| Figure 3-61 — Limites recommandées pour la conversion du mode différentiel en mode commun.....  | 496 |
| Figure 3-62 — Limite d'IMR en fonction de ILfitatNq pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers existant.....                        | 500 |
| Figure 3-63 — Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers existant.....                        | 501 |
| Figure 3-64 — Essai d'efficacité de l'écrantage d'un ensemble câble-connecteurs .....   | 504 |
| Figure 3-65 — Critères de réussite/échec pour l'efficacité de l'écrantage .....   | 505 |
| Figure 3-66 — Diagramme de mesure de la LLCR.....   | 506 |
| Figure 3-67 — Point de mesure de la température.....  | 508 |
| Figure 3-68 — Exemple de configuration de la trace de montage pour l'essai du courant assigné.....  | 509 |
| Figure 3-69 — Exemple de montage d'essai de continuité sur quatre axes .....  | 511 |
| Figure 3-70 — Exemple de montage d'essai de résistance à l'arrachement pour les connecteurs mâles sans surmoulage.....                      | 514 |
| Figure 3-71 — Montage d'essai de continuité/résistance à l'arrachement de référence.....  | 515 |
| Figure 3-72 — Exemple de point de défaillance mécanique pour l'essai de résistance à l'arrachement.....                                     | 516 |
| Figure 3-73 — Essai de résistance à l'arrachement avec un câble dans le montage.....  | 516 |
| Figure 3-74 — Exemple de collerette pour un connecteur femelle de câble USB Type-C .....  | 519 |
| Figure 3-75 — Lignes directrices concernant la CEM pour les verrous latéraux et la plaque médiane.....                                      | 520 |
| Figure 3-76 — Connexions du doigt CEM sur l'enveloppe du connecteur mâle .....  | 521 |
| Figure 3-77 — Connexions de la plaque CEM sur l'enveloppe du connecteur femelle .....   | 522 |
| Figure 3-78 — Exemples d'ouvertures de connecteur .....   | 522 |
| Figure 3-79 — Espacement minimal recommandé entre les connecteurs.....  | 523 |
| Figure 3-80 — Espace minimal recommandé pour le surmoulage du connecteur mâle .....   | 523 |
| Figure 3-81 — Surmoulage du connecteur mâle du câble et surface inclinée .....  | 524 |
| Figure 4-1 — Chute de tension ohmique d'un câble.....   | 527 |
| Figure 4-2 — Chute de tension ohmique des câbles alimentés .....  | 528 |
| Figure 4-3 — Modèle logique du routage du bus de données à voie unique sur les ports USB Type-C .....                                       | 537 |
| Figure 4-4 — Modèle logique des ports USB Type-C du dispositif à voie unique et connexion directe.....                                      | 538 |
| Figure 4-5 — Modèle CC de polarisation/dépolarisation.....  | 540 |
| Figure 4-6 — Modèle CC de source de courant/dépolarisation .....  | 540 |
| Figure 4-7 — Modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 d'une source .....   | 543 |
| Figure 4-8 — Modèle fonctionnel d'une source prenant en charge USB PD PR_Swap.....  | 544 |
| Figure 4-9 — Modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 d'un collecteur.....   | 545 |
| Figure 4-10 — Modèle fonctionnel d'un collecteur prenant en charge l'USB PD PR_Swap et VCONN_Swap.....                                      | 546 |
| Figure 4-11 — Modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 d'une DRP .....   | 547 |
| Figure 4-12 — Diagramme d'états de connexion: source .....  | 552 |
| Figure 4-13 — Diagramme d'états de connexion: collecteur.....   | 553 |
| Figure 4-14 — Diagramme d'états de connexion: collecteur avec prise en charge des accessoires.....  | 554 |
| Figure 4-15 — Diagramme d'états de connexion: DRP .....   | 555 |
| Figure 4-16 — Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SRC et des modes accessoires.....                      | 556 |
| Figure 4-17 — Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SNK et des modes accessoires.....                      | 558 |
| Figure 4-18 — Diagramme d'états de connexion: VPD de charge .....   | 560 |
| Figure 4-19 — Sous-états Sink Power.....  | 585 |
| Figure 4-20 — Diagramme d'états de connexion par câble avec marqueur électronique .....   | 587 |



|  |     |
|--|-----|
| Figure 4-21 — Modèle fonctionnel d'une source branchée à un collecteur.....  | 590 |
| Figure 4-22 —Modèle fonctionnel d'une source branchée à une DRP .....  | 591 |
| Figure 4-23 — Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un collecteur.....   | 593 |
| Figure 4-24 — Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à une DRP – CAS n° 1.....  | 594 |
| Figure 4-25 — Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à une DRP – CAS n° 2 et 3.....   | 596 |
| Figure 4-26 — Modèle fonctionnel d'une source branchée à une source .....  | 598 |
| Figure 4-27 — Modèle fonctionnel d'un collecteur branché à un collecteur.....  | 599 |
| Figure 4-28 — Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un VPD .....   | 600 |
| Figure 4-29 — Exemple de modèle de DRP branchée à un dispositif USB alimenté par VCONN de charge .....                         | 601 |
| Figure 4-30 — Modèle fonctionnel d'une source branchée à un port de dispositif existant.....                                   | 609 |
| Figure 4-31 — Modèle fonctionnel d'un port hôte existant branché à un collecteur .....   | 610 |
| Figure 4-32 — Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un port de dispositif existant.....                                      | 611 |
| Figure 4-33 — Modèle fonctionnel d'un port hôte existant branché à une DRP.....  | 613 |
| Figure 4-34 — Surveillance du courant par le collecteur avec les modèles de broches CC à polarisation/dépolarisation.....      | 617 |
| Figure 4-35 — Surveillance du courant par le collecteur avec les modèles de broches CC à source de courant/dépolarisation..... | 617 |
| Figure 4-36 — USB PD sur les broches CC .....  | 618 |
| Figure 4-37 — Signalisation BMC USB PD sur les broches CC.....   | 619 |
| Figure 4-38 — Sortie d'un câble USB Type-C en tant que fonction de charge USB Type-C non PD .....                              | 624 |
| Figure 4-39 — Sortie d'un câble USB Type-C de chargeur USB PD de 0 A à 3 A en tant que fonction de charge .....                | 624 |
| Figure 4-40 — Sortie d'un câble USB Type-C de chargeur USB PD de 3 A à 5 A en tant que fonction de charge .....                | 625 |
| Figure 4-41 — Câble avec marquage électronique, VCONN étant connectée par le câble .....                                       | 630 |
| Figure 4-42 — Câble avec marquage électronique, avec SOP' à chaque extrémité .....   | 630 |
| Figure 4-43 — Exemple de cas d'utilisation d'un dispositif USB alimenté par VCONN.....   | 633 |
| Figure 4-44 — Temporisation des DRP .....  | 637 |
| Figure 5-1 — Modèle du processus de découverte et de mise en service de l'USB4.....  | 646 |
| Figure 5-2 — Alignement du processus de connexion d'un hub USB4 sur un hôte et un dispositif USB4.....                         | 654 |
| Figure 5-3 — Modèle de processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte USB 3.2 et un dispositif USB4 .....                   | 655 |
| Figure 5-4 — Alignement du processus de connexion d'un hub USB4 sur un hôte USB4 et un dispositif USB 3.2 .....                | 656 |
| Figure 5-5 — Modèle de processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte et un dispositif USB 3.2 .....                        | 658 |
| Figure 5-6 — Modèle de processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte USB4 et un dispositif en mode alternatif DP .....     | 659 |
| Figure 5-7 — Modèle de processus de connexion d'un hub USB4 avec un hôte USB 3.2 et un dispositif en mode alternatif DP .....  | 660 |
| Figure 6-1 — Câble actif court avec marquage électronique, avec SOP' uniquement .....  | 666 |
| Figure 6-2 — Câble actif court avec marquage électronique, avec SOP' et SOP" .....   | 667 |
| Figure 6-3 — Câble actif à isolation optique avec marquage électronique .....  | 667 |
| Figure 6-4 — Transfert des messages USB PD des câbles OIAC.....  | 675 |
| Figure 6-5 — Permutation de rôles de données de câbles OIAC réussie.....   | 679 |
| Figure 6-6 — Permutation de rôles de données de câbles OIAC rejetée .....  | 679 |
| Figure 6-7 — Permutation de rôles de données de câbles OIAC en attente.....  | 680 |
| Figure 6-8 — Permutation de rôles de données de câbles OIAC rejetée par l'initiateur.....                                      | 681 |
| Figure 6-9 — Permutation de rôles de données de câbles OIAC mise en attente par l'initiateur .....                             | 682 |
| Figure 6-10 — Découverte des câbles OIAC – Phase 1 .....   | 684 |
| Figure 6-11 — Réamorçage du câble OIAC – Phase 2 .....   | 685 |
| Figure 6-12 — Configuration du connecteur mâle maître du câble OIAC en tant que DFP – Phase 3.....                             | 686 |
| Figure 6-13 — Configuration du connecteur mâle maître du câble OIAC en tant qu'UFP – Phase 3.....                              | 687 |
| Figure 6-14 — Aucune connexion possible du connecteur mâle maître du câble OIAC avec le billboard – Phase 3.....               | 688 |
| Figure 6-15 — Diagramme d'états du connecteur mâle maître d'un câble OIAC – Partie 1 (Phase 1 et Phase 2) .....                | 690 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure 6-16 — Diagramme d'états du connecteur mâle maître d'un câble OIAC – Partie 2 (Phase 3) .....   | 692 |
| Figure 6-17 — Diagramme d'états du connecteur mâle esclave d'un câble OIAC.....  | 700 |
| Figure 6-18 — Topologies des câbles actifs.....  | 711 |
| Figure 6-19 — Exemples d'utilisation d'un câble OIAC qui exige un adaptateur ou un hub.....  | 714 |
| Figure 6-20 — Points d'essai électrique USB SuperSpeed.....  | 716 |
| Figure 6-21 — Montage d'essai de conformité USB SuperSpeed.....  | 716 |
| Figure A-1 — Exemple d'adaptateur passif 3,5 mm-USB Type-C .....   | 725 |
| Figure A-2 — Exemple d'adaptateur 3,5 mm-USB Type-C assumant une charge de 500 mA.....   | 726 |
| Figure B-1 — Comportement par couche du mode accessoire de débogage USB Type-C.....  | 727 |
| Figure B-2 — Interface du connecteur mâle d'un DTS .....   | 728 |
| Figure B-3 — Diagramme d'états de connexion: source d'un DTS.....  | 729 |
| Figure B-4 — Diagramme d'états de connexion: collecteur d'un DTS.....  | 730 |
| Figure B-5 — Diagramme d'états de connexion: DRP d'un DTS.....   | 731 |
| Figure B-6 — Sous-états TS Sink Power.....   | 736 |
| Figure D-1 — Modèle de câble actif (port unique, connecteur femelle à montage supérieur).....  | 753 |
| Figure D-2 — Architecture du modèle.....   | 753 |
| Figure D-3 — Sources de chaleur et voies thermiques.....   | 754 |
| Figure D-4 — Configuration des connecteurs horizontaux à empilage vertical 3 x 1 (VERT).....   | 756 |
| Figure D-5 — Configuration des connecteurs verticaux à empilage horizontal 1 x 3 (HZ90) .....  | 757 |
| Figure D-6 — Configuration des connecteurs horizontaux à empilage horizontal 1 x 3 (HORZ).....   | 757 |
| Figure D-7 — Câble actif USB 3.2 à voie unique de 3 A en configuration à trois ports .....   | 758 |
| Figure D-8 — Câble actif USB 3.2 à voie unique de 5 A en configuration à trois ports .....   | 759 |
| Figure D-9 — Impact de la puissance du surmoulage $P_0$ et de la température de limite thermique $T_{MB}$ à une<br>VBUS de 3 A en configuration à port unique .....  | 760 |
| Figure D-10 — Impact de la puissance du surmoulage $P_0$ et de la température de limite thermique $T_{MB}$ à une<br>VBUS de 5 A en configuration à port unique ..... | 761 |
| Figure D-11 — Conception de câbles dongles actifs USB 3.2 (une extrémité représentée).....   | 761 |
| Figure D-12 — Câble actif USB 3.2 à double voie de 3 A en configuration à trois ports.....   | 762 |
| Figure D-13 — Câble actif USB 3.2 à double voie de 5 A en configuration à trois ports.....   | 763 |
| Figure D-14 — Exemple: diffuseur de chaleur supplémentaire sur le connecteur femelle de l'hôte ou du<br>dispositif .....   | 764 |
| Figure D-15 — Exemple: refroidissement par le châssis de l'hôte ou du dispositif.....  | 764 |
| Figure E-1 — Broches disponibles pour une reconfiguration dans un câble complet .....  | 767 |
| Figure E-2 — Broches disponibles pour une reconfiguration dans des applications à connexion directe.....   | 767 |
| Figure E-3 — Mise en œuvre en mode alternatif avec un câble USB Type-C vers USB Type-C.....  | 769 |
| Figure E-4 — Mise en œuvre en mode alternatif avec un câble ou un dispositif USB Type-C vers mode<br>alternatif .....  | 770 |
| Figure E-5 — Exemple de station d'accueil USB DisplayPort.....   | 773 |
| Figure F-1 — Processus de découverte TBT3.....   | 778 |

## TABLEAUX

|   |     |
|---|-----|
| Tableau 2-1 — Récapitulatif des options d'alimentation .....  | 405 |
| Tableau 3-1 — Ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés.....  | 406 |
| Tableau 3-2 — Ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant .....  | 407 |
| Tableau 3-3 — Ensembles adaptateurs USB Type-C vers existant .....  | 408 |
| Tableau 3-4 — Affectation des broches de l'interface d'un connecteur femelle USB Type-C .....   | 445 |
| Tableau 3-5 — Affectation des broches de l'interface d'un connecteur femelle USB Type-C pour la prise en<br>charge d'USB 2.0 uniquement ..... | 446 |
| Tableau 3-6 — Affectation des fils pour un câble USB Type-C normalisé.....  | 450 |
| Tableau 3-7 — Affectation des fils d'un câble USB Type-C pour les câbles/adaptateurs existants .....  | 451 |
| Tableau 3-8 — Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C normalisés ..                                      | 452 |
| Tableau 3-9 — Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers existant                                      | 452 |
| Tableau 3-10 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C Complet normalisé .....   | 454 |
| Tableau 3-11 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs <i>USB 2.0</i> Type-C normalisé.....   | 455 |
| Tableau 3-12 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-A .....  | 457 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 3-13 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-A .....   | 458 |
| Tableau 3-14 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-B .....   | 460 |
| Tableau 3-15 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Standard-B .....   | 461 |
| Tableau 3-16 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B.....  | 462 |
| Tableau 3-17 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B .....  | 464 |
| Tableau 3-18 — Câblage de l'ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B .....  | 465 |
| Tableau 3-19 — Câblage de l'ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i> Standard-A .....   | 467 |
| Tableau 3-20 — Câblage de l'ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 2.0</i> Micro-B ...  | 468 |
| Tableau 3-21 — Exemples de perte d'insertion différentielle pour TX/RX avec une construction en paire torsadée.....  | 469 |
| Tableau 3-22 — Exemples de perte d'insertion différentielle pour USB TX/RX avec une construction coaxiale.....   | 470 |
| Tableau 3-23 — Paramètres clés du fichier de configuration de la COM .....   | 485 |
| Tableau 3-24 — Exigences électriques concernant les fils CC et SBU.....  | 486 |
| Tableau 3-25 — Matrice de couplage des signaux à basse vitesse.....  | 486 |
| Tableau 3-26 — Inductance mutuelle maximale (M) entre VBUS et les lignes de signaux à basse vitesse .....  | 489 |
| Tableau 3-27 — Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D- pour les ensembles câble-connecteurs passifs USB Type-C vers USB Type-C.....                     | 491 |
| Tableau 3-28 — Caractéristiques recommandées d'intégrité de signal pour des connecteurs couplés USB Type-C (informatives).....                                       | 494 |
| Tableau 3-29 — Caractéristiques d'intégrité de signal pour un connecteur couplé USB Type-C pour USB4 Gen 3 (normatives) .....  | 496 |
| Tableau 3-30 — Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D- pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers USB existant.....                           | 498 |
| Tableau 3-31 — Objectifs de conception pour les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Gen 2 existant (informatifs).....                         | 499 |
| Tableau 3-32 — Exigences concernant l'intégrité du signal pour un ensemble câble-connecteurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Gen 2 existant (normatives).....         | 499 |
| Tableau 3-33 — Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D- pour les ensembles adaptateurs USB Type-C vers USB existant (normatives) .....                   | 502 |
| Tableau 3-34 — Objectifs de conception pour les ensembles adaptateurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Standard-A (informatifs).....                                   | 502 |
| Tableau 3-35 — Exigences concernant l'intégrité du signal pour un ensemble adaptateur USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i> Standard-A (normatives)..... | 503 |
| Tableau 3-36 — PCB d'essai du courant assigné.....   | 508 |
| Tableau 3-37 — Exigence concernant la résistance en courant continu maximale (normative).....  | 510 |
| Tableau 3-38 — Exigences concernant la force et le moment.....   | 513 |
| Tableau 3-39 — Conditions d'essai environnementales .....  | 517 |
| Tableau 3-40 — Matériaux de référence .....  | 518 |
| Tableau 4-1 — Liste des signaux utilisés sur les connecteurs USB Type-C.....   | 525 |
| Tableau 4-2 — Caractéristiques d'une source VBUS.....  | 529 |
| Tableau 4-3 — Caractéristiques d'un collecteur VBUS .....  | 529 |
| Tableau 4-4 — Récapitulatif des exigences de tension VCONN du port Source USB Type-C.....  | 531 |
| Tableau 4-5 — Caractéristiques d'une source VCONN.....   | 532 |
| Tableau 4-6 — Caractéristiques d'un collecteur VCONN de câble.....   | 533 |
| Tableau 4-7 — Caractéristiques d'un collecteur VPA (accessoire alimenté par VCONN) .....   | 534 |
| Tableau 4-8 — Caractéristiques d'un collecteur VPD .....   | 535 |
| Tableau 4-9 — Interopérabilité d'un port USB Type-C .....  | 539 |
| Tableau 4-10 — Point de vue de la source .....   | 541 |
| Tableau 4-11 — Comportements de la source (hôte) et du collecteur (dispositif) par état.....   | 542 |
| Tableau 4-12 — Récapitulatif du comportement d'échange des ports USB PD .....  | 549 |
| Tableau 4-13 — Récapitulatif du modèle comportemental des rôles d'alimentation.....  | 550 |
| Tableau 4-14 — Etats des broches CC d'un port source .....   | 562 |
| Tableau 4-15 — Etats des broches CC d'un port collecteur .....   | 562 |
| Tableau 4-16 — Etats obligatoires et facultatifs .....   | 588 |

|   |     |
|---|-----|
| Tableau 4-17 — Ordre de priorité pour l'utilisation des sources d'alimentation .....  | 614 |
| Tableau 4-18 — Annonce de courant USB Type-C et équivalent PDP .....  | 616 |
| Tableau 4-19 — Ordre de priorité pour l'utilisation des sources d'alimentation .....  | 621 |
| Tableau 4-20 — Exemples de courant maximal entre le VPD de charge et le collecteur selon l'impédance sur les broches VBUS et GND..... | 621 |
| Tableau 4-21 — Temporisation SOP' et SOP" .....   | 631 |
| Tableau 4-22 — Exigences relatives à l'impédance CC du VPD de charge (RccCON).....  | 633 |
| Tableau 4-23 — Exigences relatives au découplage de la VBUS du port de charge du CTVPD.....   | 633 |
| Tableau 4-24 — Exigences relatives aux terminaisons CC de la source (Rp).....   | 634 |
| Tableau 4-25 — Exigences relatives aux terminaisons CC du collecteur (Rd) .....   | 634 |
| Tableau 4-26 — Exigences relatives aux terminaisons des câbles alimentés.....   | 635 |
| Tableau 4-27 — Exigences relatives aux terminaisons CC pour les états Disabled, ErrorRecovery et Unpowered Source .....               | 635 |
| Tableau 4-28 — Exigences relatives aux terminaisons SBU .....   | 635 |
| Tableau 4-29 — Paramètres de temporisation de la VBUS et de la VCONN.....   | 636 |
| Tableau 4-30 — Paramètres de temporisation des DRP .....  | 637 |
| Tableau 4-31 — Paramètres de temporisation des broches CC .....   | 638 |
| Tableau 4-32 — Tensions CC côté source - USB par défaut.....  | 639 |
| Tableau 4-33 — Tensions CC côté source - 1,5 A à 5 V .....  | 640 |
| Tableau 4-34 — Tensions CC côté source - 3,0 A à 5 V .....  | 640 |
| Tableau 4-35 — Tension sur les broches CC d'un collecteur (courant USB Type-C par défaut uniquement) ..                               | 640 |
| Tableau 4-36 — Tension sur les broches CC d'un collecteur (annonces de courant de plusieurs sources).....                             | 640 |
| Tableau 5-1 — Câbles certifiés lorsqu'un fonctionnement compatible USB4 est attendu .....   | 648 |
| Tableau 5-2 — Mappage de repli des fonctions périphériques USB4 vers les types de classes de dispositifs USB .....                    | 662 |
| Tableau 5-3 — Disponibilité USB Billboard Device Class à l'issue d'un échec de mise en service d'un dispositif USB4 .....             | 663 |
| Tableau 6-1 — Comparaison des câbles actifs .....   | 665 |
| Tableau 6-2 — Récapitulatif des fonctionnalités des câbles actifs.....  | 665 |
| Tableau 6-3 — Comportement des messages USB PD des câbles OIAC lors de la connexion initiale .....                                    | 669 |
| Tableau 6-4 — Messages USB PD des câbles OIAC qui ne traversent pas les câbles à l'état actif .....                                   | 672 |
| Tableau 6-5 — Messages USB PD des câbles OIAC adressés à SOP qui traversent les câbles OIAC à l'état actif.....                       | 674 |
| Tableau 6-6 — Temporisation des messages USB PD des câbles OIAC .....   | 676 |
| Tableau 6-7 — Messages SOP des câbles OIAC qui se terminent sur le connecteur mâle du câble .....                                     | 676 |
| Tableau 6-8 — Capacités des ports et des connecteurs mâles.....   | 683 |
| Tableau 6-9 — PDO Sink_Capabilities d'un câble OIAC (SOP) lors de la connexion initiale.....  | 705 |
| Tableau 6-10 — PDO Sink_Capabilities_Extended d'un câble OIAC (SOP) lors de la connexion initiale.....                                | 706 |
| Tableau 6-11 — RDO Sink d'un câble OIAC (SOP) lors de la connexion initiale .....   | 707 |
| Tableau 6-12 — RDO Active Sink d'un câble OIAC (SOP).....   | 707 |
| Tableau 6-13 — PDO Sink_Capabilities d'un câble OIAC (SOP) à l'état actif.....  | 708 |
| Tableau 6-14 — Exigences concernant la température des câbles.....  | 709 |
| Tableau 6-15 — Récapitulatif des fonctionnalités des câbles actifs .....  | 710 |
| Tableau 6-16 — Exigences concernant la mise sous tension des câbles actifs.....   | 713 |
| Tableau 6-17 — Délai USB 3.2 U0 maximal pour un câble OIAC.....   | 713 |
| Tableau 6-18 — Utilisations avec un câble OIAC qui exige un adaptateur ou un hub.....   | 714 |
| Tableau 6-19 — Exigences concernant les états U de l'USB 3.2 .....  | 715 |
| Tableau 6-20 — Oscillation de la source contrainte USB 3.2 d'un câble actif, TP1.....   | 717 |
| Tableau 6-21 — Gigue de la source contrainte USB 3.2 d'un câble actif, TP1 .....  | 718 |
| Tableau 6-22 — Oscillation de l'entrée USB 3.2 d'un câble actif au niveau du TP2 (informative).....                                   | 718 |
| Tableau 6-23 — Oscillation de la sortie USB 3.2 d'un câble actif au niveau du TP3 (informative).....                                  | 719 |
| Tableau A-1 — Affectation des broches audio analogiques USB Type-C.....   | 722 |
| Tableau A-2 — Paramètres électriques assignés des broches audio analogiques USB Type-C .....  | 723 |
| Tableau B-1 — Interopérabilité des ports des DTS-TS.....  | 728 |
| Tableau B-2 — Valeurs du courant de charge Rp/Rp pour la source d'un DTS .....  | 736 |
| Tableau B-3 — Etats obligatoires et facultatifs.....  | 738 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau D-1 — Exemples de source de chaleur et de dissipation thermique (câble de 1,5 W et 5 A) .....  | 755 |
| Tableau D-2 — Etude 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)..... | 756 |
| Tableau D-3 — Etude 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)..... | 760 |
| Tableau E-1 — Exigences électriques concernant l'USB Safe State .....  | 771 |
| Tableau E-2 — Disponibilité USB Billboard Device Class à l'issue d'un échec d'entrée en mode alternatif .....  | 771 |
| Tableau E-3 — Exigences relatives à l'introduction de bruits sur les signaux en mode alternatif.....   | 772 |
| Tableau F-1 — Réponses de VDO de découverte d'identité d'un câble passif TBT3.....   | 780 |
| Tableau F-2 — VDO d'un câble passif TBT3 pour l'USB PD Révision 2.0, Version 1.3 .....   | 781 |
| Tableau F-3 — VDO d'un câble passif TBT3 pour l'USB PD Révision 3.0, Version 1.2 .....   | 781 |
| Tableau F-4 — Réponses de VDO de découverte d'identité d'un câble actif TBT3.....  | 782 |
| Tableau F-5 — VDO d'un câble actif TBT3 pour l'USB PD Révision 2.0, Version 1.3 .....  | 783 |
| Tableau F-6 — VDO 1 d'un câble actif TBT3 pour l'USB PD Révision 3.0, Version 1.2.....   | 784 |
| Tableau F-7 — VDO 2 d'un câble actif TBT3 pour l'USB PD Révision 3.0, Version 1.2.....   | 784 |
| Tableau F-8 — Réponses de VDO de découverte d'identité d'un dispositif TBT3 .....  | 785 |
| Tableau F-9 — Réponses de VDO de découverte de SVID TBT3 .....   | 786 |
| Tableau F-10 — Réponses de VDO de découverte de mode d'un dispositif TBT3 .....  | 787 |
| Tableau F-11 — Réponses de VDO de découverte de mode d'un câble TBT3 .....   | 788 |
| Tableau F-12 — Commande Enter Mode d'un câble TBT3 .....   | 789 |
| Tableau F-13 — Commande Enter Mode d'un dispositif TBT3 .....  | 790 |
| Tableau F-14 — Récapitulatif des différences fonctionnelles entre les câbles TBT3 .....  | 791 |

## Présidence du groupe de travail/Editeurs de la spécification

|   |   |
|---|---|
| Intel Corporation<br>(USB Promoter<br>company)            | Yun Ling – Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor<br>Brad Saunders – Plenary/Functional WG chair, Specification Co-author |
| Renesas Electronics<br>Corp.<br>(USB Promoter<br>company) | 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.<br>(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               | Tim Perley       | Peter Teng            |  |
|   | Will Harris              |                  |                       |  |
| Allion Labs, Inc.                           | Howard Chang             | Brian Shih       | Chester Tsai          |  |
|   | Minoru Ohara             |                  |                       |  |
| Amphenol AssembleTech<br>(Xiamen) Co., Ltd. | Louis Chan               | Martin Li        | Alan Yang             |  |
|   | Jesse Jaramillo          | Lino Liu         |                       |  |
|   | Terry Ke                 | Shawn Wei        |                       |  |
| Amphenol Corporation                        | Zhineng Fan              |                  |                       |  |
| Agilent Technologies, Inc.                  | James Choate             |                  |                       |  |
| Analogix Semiconductor, Inc.                | Mehran Badii             | Haijian Sui      | Yueke Tang            |  |
|   | Greg Stewart             |                  |                       |  |
| Apple Inc.<br>(USB Promoter company)        | Colin Abraham            | Zheng Gao        | James Orr             |  |
|   | Mahmoud Amini            | Derek Iwamoto    | Keith Porthouse       |  |
|   | Sree Anantharaman        | Scott Jackson    | Breton Saunders       |  |
|   | Brian Baek               | Girault Jones    | Reese Schreiber       |  |
|   | Paul Baker               | Keong Kam        | Sascha Tietz          |  |
|   | Michael Bonham           | Kevin Keeler     | Jennifer Tsai         |  |
|   | Carlos Calderon          | Min Kim          | Colin Whitby-Strevens |  |
|   | Jason Chung              | Woopoung Kim     | Jeff Wilcox           |  |
|   | David Conroy             | Alexei Kosut     | Eric Wiles            |  |
|   | Bill Cornelius           | Christine Krause | Dan Wilson            |  |
|   | Christophe Daniel        | Chris Ligtenberg | Dennis Yarak          |  |
|   | William Ferry            | Matthew Mora     |                       |  |
|   | Brian Follis             | Nathan Ng        |                       |  |
|   | Bizlink Technology, Inc. | Alex Chou        | Morphy Hsieh          |  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Cadence Design Systems, Inc.                      | Marcin Behrendt<br>Huzaifa Dalal<br>Pawel Eichler<br>Sathish Kumar<br>Ganesan                     | Dariusz Kaczmarczyk<br>Tomasz Klimek<br>Jie Min<br>Asila Nahas<br>Uyen Nguyen                   | Neelabh Singh<br>Michal Staworko<br>Fred Stivers<br>Mark Summers<br>Claire Ying |
| Canova Tech                                       | Piergiorgio Beruto<br>Andrea Maniero  | Michael Marioli<br>Antonio Orzelli  | Paola Pilla<br>Nicola Scantamburlo  |
| Cirrus Logic Inc.                                 | Sean Davis  | Darren Holding  | Brad Lambert  |
| Corning Optical<br>Communication LLC              | Wojciech Giziewicz  | Ian McKay   | Jamie Silva   |
| Cosemi Technologies Inc.                          | Samir Desai   | Devang Parekh   |   |
| Cypress Semiconductor                             | Mark Fu<br>Naman Jain<br>Rushil Kadakia   | Benjamin Kropf<br>Venkat Mandagulathur<br>Anup Nayak  | Jagadeesan Raj<br>Sanjay Sancheti<br>Subu Sankaran                              |
| Dell  | Mohammed Hijazi<br>David Meyers<br>Sean O'Neal  | Ernesto Ramirez<br>Siddhartha Reddy   | Thomas Voor<br>Merle Wood   |
| Dialog Semiconductor (UK)<br>Ltd.                 | Yimin Chen  |   |   |
| Diodes Incorporated                               | Kay Annamalai<br>Justin Lee<br>Paul Li  | Bob Lo<br>Jaya Shukla   | Qun Song<br>Ada Yip   |
| DisplayLink (UK) Ltd.                             | Pete Burgers  |   |   |
| DJI Technology Co., Ltd.                          | Steve Huang   |   |   |
| Electronics Testing Center,<br>Taiwan             | Sophia Liu  |   |   |
| Elka International Ltd.                           | Roy Ting  |   |   |
| Ellisys   | Abel Astley<br>Rick Bogart  | Mario Pasquali<br>Chuck Trefts  | Tim Wei   |
| Etron Technology, Inc.                            | Chien-Cheng Kuo   |   |   |
| Feature Integration<br>Technologies Inc.          | Jacky Chan<br>Chen Kris<br>Yulin Lan  | KungAn Lin<br>Yuchi Tsao  | Paul Yang<br>Amanda Ying  |
| Foxconn/Hon Hai                                   | Patrick Casher<br>Asroc Chen<br>Joe Chen<br>Allen Cheng<br>Jason Chou<br>Edmond Choy<br>Fred Fons | Bob Hall<br>Chien-Ping Kao<br>Ji Li<br>Ann Liu<br>Terry Little<br>Steve Sedio<br>Christine Tran | Pei Tsao<br>AJ Yang<br>Yuan Zhang<br>Jessica Zheng<br>Jie Zheng<br>Andy Yao     |
| Foxlink/Cheng Uei Precision<br>Industry Co., Ltd. | Robert Chen<br>Sunny Chou<br>Carrie Chuang<br>Wen-Chuan Hsu<br>Alex Hsue                          | Armando Lee<br>Dennis Lee<br>Justin Lin<br>Robert Lu<br>Tse Wu Ting                             | Steve Tsai<br>Wen Yang<br>Wiley Yang<br>Junjie Yu                               |
| Fresco Logic Inc.                                 | Bob McVay   | Christopher Meyers  |   |

|   |                          |                    |                   |
|---|--------------------------|--------------------|-------------------|
| Google  | Alec Berg                | Nithya Jagannathan | Adam Rodriguez    |
|   | Joshua Boilard           | Lawrence Lam       | David Schneider   |
|   | Alec Berg                | Adam Langley       | Stephan Schooley  |
|   | Todd Broch               | Ingrid Lin         | Toshak Singhal    |
|   | Jim Guerin               | Richard Palatin    | Ken Wu            |
|   | Jeffrey Hayashida        | Vincent Palatin    |                   |
|   | Mark Hayter              | Dylan Reid         |                   |
| Granite River Labs                                | Yung Han Ang             | Alan Chuang        | Krishna Murthy    |
|   | Sandy Chang              | Mike Engbretson    | Johnson Tan       |
|   | Allen Chen               | Caspar Lin         | Chin Hun Yaep     |
|   | Swee Guan Chua           |                    |                   |
| Hewlett Packard Inc.<br>(USB Promoter company)    | Lee Atkinson             | Robin Castell      | Jim Mann          |
|   | Srinath Balaraman        | Steve Chen         | Linden McClure    |
|   | Roger Benson             | Michael Krause     | Mike Pescetto     |
|   | Alan Berkema             | Rahul Lakdawala    | Asjad Shamim      |
| Hirose Electric Co., Ltd.                         | Jeremy Buan              | William MacKillop  | Eungsoo Shin      |
|   | William Kysiak           | Gourgen Oganessyan | Sid Tono          |
|   | Sang-Muk Lim             |                    |                   |
| Hosiden Corporation                               | Takahisa Otsuji          | Fumitake Tamaki    |                   |
| I-PEX (Dai-ichi Seiko)                            | Alan Kinningham          | Ro Richard         | Tetsuya Tagawa    |
| Infineon Technologies                             | Tue Fatt David Wee       |                    |                   |
| Intel Corporation<br>(USB Promoter company)       | Dave Ackelson            | Ziv Kabiry         | Sridharan         |
|   | Mike Bell                | Vijaykumar Kadgi   | Ranganathan       |
|   | Brad Berlin              | Luke Johnson       | Rajaram Regupathy |
|   | Pierre Bossart           | Jerzy Kolinski     | Brad Saunders     |
|   | Kuan-Yu Chen             | Rolf Kuhn          | Ehud Shoor        |
|   | Hengju Cheng             | Henrik Leegaard    | Amit Srivastava   |
|   | Jhuda Dayan              | Edmond Lau         | Einat Surijan     |
|   | Paul Durley              | Xiang Li           | Ron Swartz        |
|   | Saranya Gopal            | Yun Ling           | David Thompson    |
|   | Howard Heck              | Guobin Liu         | Karthi Vadivelu   |
|   | Hao-Han Hsu              | Steve McGowan      | Tsion Vidal       |
|   | Seppo Ingalsuo           | Sankaran Menon     | Stephanie Wallick |
|   | Abdul (Rahman)<br>Ismail | Chee Lim Nge       | Rafal Wielicki    |
|   | James Jaussi             | Sagar Pawar        | Devon Worrell     |
|   |                          | Li Yuan            |                   |
| Japan Aviation Electronics<br>Industry Ltd. (JAE) | Kenji Hagiwara           | Tadashi Okubo      | Masaaki Takaku    |
|   | Hiroaki Ikeda            | Kazuhiro Saito     | Jussi Takaneva    |
|   | Masaki Kimura            | Kimiaki Saito      | Tomohiko Tamada   |
|   | Toshio Masumoto          | Yuichi Saito       | Kentaro Toda      |
|   | Kenta Minejima           | Mark Saubert       | Kouhei Ueda       |
|   | Toshiyuki Moritake       | Toshio Shimoyama   | Takakazu Usami    |
|   | Joe Motojima             | Tatsuya Shioda     | Masahide Watanabe |
|   | Ron Muir                 | Atsuo Tago         | Youhei Yokoyama   |
| JPC/Main Super Inc.                               | Sam Tseng                | Ray Yang           |                   |
| LeCroy Corporation                                | Daniel H. Jacobs         | Tyler Joe          |                   |
| Lenovo  | Rob Bowser               | Jianye Li          | Howard Locker     |
|   | Tomoki Harada            | Wei Liu            |                   |



|   |                    |                  |                      |
|---|--------------------|------------------|----------------------|
| LG Electronics Inc.                             | Do Kyun Kim        |                  |                      |
| Lintes Technology Co., Ltd.                     | Tammy Huang        | Max Lo           | JinYi Tu             |
|   | Charles Kaun       | CT Pien          | Jason Yang           |
|   | RD Lintes          |                  |                      |
| Lotes Co., Ltd.                                 | Ariel Delos Reyes  | Charles Kaun     | John Lynch           |
|   | Ernest Han         | Chi-Chang Lin    | JinYi Tu             |
|   | Mark Ho            | Max Lo           | Jason Yang           |
|   | Regina Liu-Hwang   |                  |                      |
| LSI Corporation                                 | Dave Thompson      |                  |                      |
| Luxshare-ICT                                    | Josue Castillo     | Alan Kinningham  | Sean O'Neal          |
|   | Daniel Chen        | Gorden Lin       | Scott Shuey          |
|   | Lisen Chen         | John Lin         | James Stevens        |
|   | Sally Chiu         | Stone Lin        | Pat Young            |
|   | CY Hsu             | Alan Liu         |                      |
| Maxim Integrated Products                       | Forrest Christo    | Sang Kim         | Michael Miskho       |
|   | Ken Helfrich       | Jeff Lo          | Jacob Scott          |
| MCCI Corporation                                | Terry Moore        |                  |                      |
| MediaTek Inc.                                   | Alex YC Lin        |                  |                      |
| MegaChips Corporation                           | Alan Kobayashi     | Satoru Kumashiro |                      |
| Microchip (SMSC)                                | Josh Averyt        | Matthew Kalibat  | John Sisto           |
|   | Mark Bohm          | Donald Perkins   | Anthony Tarascio     |
|   | Shannon Cash       | Richard Petrie   | Kiet Tran            |
|   | Thomas Farkas      | Mohammed Rahman  | Christopher Twigg    |
|   | Fernando Gonzalez  | Andrew Rogers    | Prasanna Vengateshan |
| Microsoft Corporation<br>(USB Promoter company) | Randy Aull         | Teemu Helenius   | Toby Nixon           |
|   | Jim Belesiu        | Dan Iatco        | Rahul Ramadas        |
|   | Michelle Bergeron  | Kai Inha         | Srivatsan Ravindran  |
|   | Fred Bhesania      | Jayson Kastens   | Nathan Sherman       |
|   | Anthony Chen       | Andrea Keating   | Bala Sivakumar       |
|   | Philip Froese      | Shoaib Khan      | Timo Toivola         |
|   | Vivek Gupta        | Eric Lee         | David Voth           |
|   | David Hargrove     | Ivan McCracken   | Andrew Yang          |
|   | Robbie Harris      | Arvind Murching  | Panu Ylihaavisto     |
|   | Robert Hollyer     | Gene Obie        |                      |
| Molex LLC                                       | Adib Al Abaji      | Alan MacDougall  |                      |
| Monolithic Power Systems                        | Di Han             | Chris Sporck     |                      |
| MQP Electronics Ltd.                            | Sten Carlsen       | Pat Crowe        |                      |
| NEC Corporation                                 | Kenji Oguma        |                  |                      |
| Newnex Technology Corp.                         | Sam Liu            | Nimrod Peled     |                      |
| Nokia Corporation                               | Daniel Gratiot     | Samuli Makinen   | Timo Toivola         |
|   | Pekka Leinonen     | Pekka Talmola    | Panu Ylihaavisto     |
| NXP Semiconductors                              | Mahmoud EL Sabbagh | Ken Jaramillo    | Guru Prasad          |
|   | Dennis Ha          | Vijendra Kuroodi | Krishnan TN          |
| Oculus VR LLC                                   | Amish Babu         | Marty Evans      | Joaquin Fierro       |
| ON Semiconductor                                | Eduardo De Reza    | Christian Klein  | Michael Smith        |
|   | Oscar Freitas      | Amir Lahooti     |                      |
| Parade Technologies, Inc.                       | Jian Chen          | Paul Xu          | Alan Yuen            |
|   | Craig Wiley        |                  |                      |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Power Integrations                                  | Shruti Anand<br>Rahul Joshi   | Aditya Kulkarni<br>Akshay Nayaknur  | Amruta Patra  |
| Qualcomm, Inc.                                      | Lior Amarilio<br>Aris Balatsos<br>Tomer Ben Chen<br>Richard Burrows<br>Amit Gil<br>James Goel<br>Amit Gupta                     | Philip Hardy<br>Will Kun<br>Jonathan Luty<br>Lalan Mishra<br>George Paparrizos<br>Vatsal Patel  | Jack Pham<br>Vamsi Samavedam<br>Matthew Sienko<br>Dmitrii Vasilchenko<br>Joshua Warner<br>Chris Wiesner     |
| Realtek Semiconductor Corp.                         | Marco Chiu<br>Tsung-Peng Chuang<br>Charlie Hsu<br>Fan-Hau Hsu   | Ty Kingsmore<br>Ray Lee<br>Jay Lin<br>Ryan Lin  | Terry Lin<br>Chuting Su<br>Changhung Wu   |
| Renesas Electronics Corp.<br>(USB Promoter company) | Kai Bao<br>Bob Dunstan<br>Nobuo Furuya  | Philip Leung<br>Kiichi Muto<br>Ziba Nami  | Hajime Nozaki<br>Yosuke Sasaki<br>Toshifumi Yamaoka   |
| Richtek Technology Corp.                            | Roger Lo  |   |   |
| Rohm Co., Ltd.                                      | Mark Aaldering<br>Kris Bahar<br>Ruben Balbuena<br>Nobutaka Itakura  | Yusuke Kondo<br>Arun Kumar<br>Chris Lin<br>Kazuomi Nagai  | Yoshinori Ohwaki<br>Takashi Sato<br>Hiroshi Yoshimura   |
| Samsung Electronics Co., Ltd.                       | Jaedeok Cha<br>KangSeok Cho<br>Woojin Choi<br>Yeongbok Choi<br>Cheolyoon Chung<br>JaeRyong Han<br>Jaehyeok Jang<br>Wonseok Jang | Sangju Kim<br>Soondo Kim<br>Woonki Kim<br>Jagoun Koo<br>Termi Kwon<br>Cheolho Lee<br>Edward Lee | Jun Bum Lee<br>Jinyoung Oh<br>Chahoon Park<br>Chulwoo Park<br>Youngjin Park<br>Jung Waneui<br>Sunggeun Yoon |
| Seagate   | Alvin Cox<br>Emmanuel Lemay   | Tony Priborsky<br>Tom Skaar   | Dan Smith   |
| Shenzhen Deren Electronic Co., Ltd.                 | Smark (Zhudong) Huo<br>Wen Fa Lei   | Yang Lirong   | Lucy Zhang  |
| Silicon Line GmbH                                   | Ian Jackson   |   |   |
| SiliConch Systems Private Limited                   | Jaswanth Ammineni<br>Pavitra<br>Balasubramanian<br>Kaustubh Kumar<br>Aniket Mathad  | Shubham Paliwal<br>Jinisha Patel<br>Vinay Patel<br>Rakesh Polasa                                | Vishnu Pusuluri<br>Abhishek<br>Sardeshpande<br>Satish Anand Verkila   |
| Simula Technology Inc.                              | John Chang<br>Voss Cheng<br>Thomas Li   | Jung Lin<br>Jyunming Lin<br>Doris Liu   | CK Wang<br>Alice Yu   |
| Softnautics LLP                                     | Bhavesh Desai<br>Hetal Jariwala   | Dipakkumar Modi<br>Ishita Shah  | Ujjwal Talati   |
| Sony Corporation                                    | Shinichi Hirata   | Shigenori Tagami  |   |
| Spectra7 Microsystems Corp.                         | Andrew Kim  | James McGrath   | John Mitchell   |
| Specwerkz   | Amanda Hosler   | Diane Lenox   |   |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| STMicroelectronics<br>(USB Promoter company)     | Jerome Bach<br>Nathalie Ballot<br>Filippo Bonaccorso<br>Christophe Cochard<br>Nicolas Florenchie<br>Cedric Force  | Gregory Cosciniak<br>Chekib Hammami<br>Joel Huloux<br>Christophe Lorin<br>Patrizia Milazzo<br>Federico Musarra                                  | Pascal Legrand<br>Richard O'Connor<br>Massimo Panzica<br>Legrand Pascal<br>Nicolas Perrin  |
| Sumitomo Electric Ind., Ltd.                     | Takeshi Inoue<br>Yasuhiro Maeda   | Wataru Sakurai<br>Sainer Siagian  | Masaki Suzuki<br>Mitsuaki Tamura   |
| Synaptics Inc.                                   | Daniel Bogard   | Jeff Lukanc   | Prashant Shamarao  |
| Synopsys, Inc.                                   | Subramaniam<br>Aravindhan   | Morten Christiansen<br>Nivin George   | Satya Patnala  |
| Tektronix, Inc.                                  | Randy White   |   |  |
| Texas Instruments<br>(USB Promoter company)      | Jawaid Ahmad<br>Mike Campbell<br>Greg Collins<br>Gary Cooper<br>GP Gopalakrishnan<br>Craig Greenberg<br>Richard Hubbard<br>Nate Johnson<br>Michael Koltun IV<br>Yoon Lee<br>Grant Ley | Win Maung<br>Shafiuddin<br>Mohammed<br>Lauren Moore<br>Brian Parten<br>Martin Patoka<br>Jason Peck<br>John Perry<br>Louis Peryea<br>Brian Quach | Sai Karthik Rajaraman<br>Wes Ray<br>Dafydd Roche<br>Anwar Sadat<br>Cory Stewart<br>Sue Vining<br>Bill Waters<br>Deric Waters<br>Gregory Watkins<br>Roy Wojciechowski |
| Total Phase                                      | Chris Yokum   |   |  |
| Tyco Electronics Corp.<br>(TE Connectivity Ltd.) | Max Chao<br>Robert E. Cid<br>Calvin Feng<br>Kengo Ijiro<br>Eiji Ikematsu<br>Joan Leu<br>Clark Li  | Mike Lockyer<br>Jeff Mason<br>Takeshi Nakashima<br>Luis A. Navarro<br>Masako Saito<br>Yoshiaki Sakuma<br>Gavin Shih                             | Hiroshi Shirai<br>Hidenori Taguchi<br>Nathan Tracy<br>Bernard Vetten<br>Ryan Yu<br>Noah Zhang<br>Sjoerd Zwartkruis   |
| UL LLC   | Michael Hu  |   |  |
| Varjo Technologies                               | Kai Inha  |   |  |
| Ventev Mobile                                    | Brad Cox  | Colin Vose  |  |
| VIA Technologies Inc.                            | Terrance Shih   | Jay Tseng   | Fong-Jim Wang  |
| Weltrend Semiconductor                           | Hung Chiang<br>Jeng Cheng   | Wayne Lo<br>Ho Wen Tsai   | Eric Wu  |
| Xiaomi Communications Co.,<br>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<br>Institute (ITRI) | Motorola Mobility LLC                             | SMK Corporation     |
| Joinsoon Electronics Mfg. Co.<br>Ltd.              | PalCONN/PalNova (Palpilot<br>International Corp.) | Toshiba Corporation |

### Historique des révisions

| Révision | Date            | Description   |
|----------|-----------------|---|
| 1.0      | 11 août 2014    | Version initiale.   |
| 1.1      | 3 avril 2015    | Rédition 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    | Rédition 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 | Rédition 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    | Rédition 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. |

## 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 connecteurs mâles et femelles 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 connecteurs mâles et femelles, 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 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 autant que 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 connecteurs femelles USB Type-C, notamment la description électromécanique et les exigences de performance;
- les connecteurs mâles 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 pour la connexion avec les solutions existantes;
- la configuration d'interface et la détection des dispositifs USB Type-C, notamment la prise en charge des solutions de connexion existantes;
- la technologie d'alimentation électrique 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 l'implémentation et la prise en charge des connecteurs mâles et femelles USB, ainsi que des câbles USB Type-C.

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

### 1.3 Documents connexes

- USB 2.0** *Universal Serial Bus Specification, Révision 2.0*  
Inclut l'édition intégrale du document.
- USB 3.2** *Universal Serial Bus Specification, Révision 3.2*  
Inclut l'édition intégrale du document.  
*USB 3.1 Legacy Cable and Connector Specification, Révision 1.0*
- USB4** *USB4™ Specification, Version 1.0, août 2019*  
(y compris les errata et ECN publiés)
- TBT3** Chapitre 13 du document *USB4™ Specification, Version 1.0, août 2019*
- USB PD** *USB Power Delivery Specification, Révision 2.0, Version 1.3, 12 janvier 2017*  
*USB Power Delivery Specification, Révision 3.0, Version 2.0, août 2019 (y compris les errata et ECN publiés)*
- USB BB** *USB Billboard Device Class Specification, Révision 1.21, 8 septembre 2016*
- 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 1.0b, 3 novembre 2017*

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>).