

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Universal serial bus interfaces for data and power
Part 1-2: Common components – USB Power Delivery specification

Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation électrique
Partie 1-2: Composants communs – Spécification de l'alimentation électrique
par port USB

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.220; 33.120; 35.200

ISBN 978-2-8322-9288-4

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 1-2: Common components – USB Power Delivery 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 62680-1-2 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
100/3440/CDV	100/3505/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 Power Delivery Specification Revision 3.0, Version 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 Power Delivery Specification

Revision: ***3.0***
Version: ***2.0***
Release date: ***29 August 2019***

LIMITED COPYRIGHT LICENSE

THE USB 3.0 PROMOTERS GRANT A CONDITIONAL COPYRIGHT LICENSE UNDER THE COPYRIGHTS EMBODIED IN THE USB POWER DELIVERY 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 THE OF 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.

Please send comments via electronic mail to techsup@usb.org

For industry information, refer to the USB Implementers Forum web page at <http://www.usb.org>

USB Type-C® and USB4™ are trademarks of the Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF). 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 <http://usb.org/compliance> for further information.

All product names are trademarks, registered trademarks, or service marks of their respective owners. Copyright © 2010-2019, USB 3.0 Promoter Group: Apple Inc., Hewlett-Packard Inc., Intel Corporation, Microsoft Corporation, Renesas, STMicroelectronics, and Texas Instruments.

All rights reserved.

Chairs

Alvin Cox	Cabling Sub-Chair
Bob Dunstan	Specification Chair/Protocol Subgroup Chair
Deric Waters	PHY Chair
Ed Berrios	Power Supply Chair
Rahman Ismail	System Policy Chair
Richard Petrie	Specification Chair/Device Policy Chair

Editors

Bob Dunstan
Richard Petrie

Contributors

Charles Wang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Jie min	Cadence Design Systems, Inc.
Conrad Choy	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Mark Summers	Cadence Design Systems, Inc.
Dennis Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Michal Staworko	Cadence Design Systems, Inc.
Steve Sedio	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Sathish Kumar Ganesan	Cadence Design Systems, Inc.
Sunney Yang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Alessandro Ingrassia	Canova Tech
Vicky Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Andrea Colognese	Canova Tech
Joseph Scanlon	Advanced Micro Devices	Antonio Orzelli	Canova Tech
Caspar Lin	Allion Labs, Inc.	Davide Ghedin	Canova Tech
Casper Lee	Allion Labs, Inc.	Matteo Casalin	Canova Tech
Danny Shih	Allion Labs, Inc.	Michael Marioli	Canova Tech
Howard Chang	Allion Labs, Inc.	Nicola Scantamburlo	Canova Tech
Greg Stewart	Analogix Semiconductor, Inc.	Paolo Pilla	Canova Tech
Mehran Badii	Analogix Semiconductor, Inc.	Yi-Feng Lin	Canyon Semiconductor
Alexei Kosut	Apple	YuHung Lin	Canyon Semiconductor
Bill Cornelius	Apple	David Tsai	Chrontel, Inc.
Carlos Colderon	Apple	Anshul Gulati	Cypress Semiconductor
Chris Uiterwijk	Apple	Anup Nayak	Cypress Semiconductor
Colin Whitby-Stevens	Apple	Benjamin Kropf	Cypress Semiconductor
Corey Axelowitz	Apple	Dhanraj Rajput	Cypress Semiconductor
Corey Lange	Apple	Ganesh Subramaniam	Cypress Semiconductor
Dave Conroy	Apple	Jagadeesan Raj	Cypress Semiconductor
David Sekowski	Apple	Junjie cui	Cypress Semiconductor
Girault Jones	Apple	Manu Kumar	Cypress Semiconductor
James Orr	Apple	Muthu M	Cypress Semiconductor
Jason Chung	Apple	Nicholas Bodnaruk	Cypress Semiconductor
Jay Kim	Apple	Pradeep Bajpai	Cypress Semiconductor
Jeff Wilcox	Apple	Rajaram R	Cypress Semiconductor
Jennifer Tsai	Apple	Rama Vakkantula	Cypress Semiconductor
Karl Bowers	Apple	Rushil Kadakia	Cypress Semiconductor
Keith Porthouse	Apple	Simon Nguyen	Cypress Semiconductor
Kevin Hsiue	Apple	Steven Wong	Cypress Semiconductor
Matt Mora	Apple	Subu Sankaran	Cypress Semiconductor
Paul Baker	Apple	Sumeet Gupta	Cypress Semiconductor
Reese Schreiber	Apple	Tejender Sheoran	Cypress Semiconductor
Ruchi Chaturvedi	Apple	Venkat Mandagulathar	Cypress Semiconductor
Sameer Kelkar	Apple	Xiaofeng Shen	Cypress Semiconductor
Sasha Tietz	Apple	Zeng Wei	Cypress Semiconductor
Scott Jackson	Apple	Adie Tan	Dell Inc.
Sree Raman	Apple	Adolfo Montero	Dell Inc.
William Ferry	Apple	Bruce Montag	Dell Inc.
Zaki Moussaoui	Apple	Gary Verdun	Dell Inc.
Jeff Liu	ASMedia Technology Inc.	Marcin Nowak	Dell Inc.
Kuo Lung Li	ASMedia Technology Inc.	Merle Wood	Dell Inc.
Ming-Wei Hsu	ASMedia Technology Inc.	Mohammed Hijazi	Dell Inc.
PS Tseng	ASMedia Technology Inc.	Siddhartha Reddy	Dell Inc.
Sam Tzeng	ASMedia Technology Inc.	Bindhu Vasu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Thomas Hsu	ASMedia Technology Inc.	Chanchal Gupta	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weikao Chang	ASMedia Technology Inc.	Dipti Baheti	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Yang Cheng	ASMedia Technology Inc.	Duc Doan	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Shawn Meng	Bizlink Technology Inc.	Holger Petersen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Bernard Shyu	Bizlink Technology, Inc.	Jianming Yao	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Eric Wu	Bizlink Technology, Inc.	John Shi	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Morphy Hsieh	Bizlink Technology, Inc.	KE Hong	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Sean O'Neal	Bizlink Technology, Inc.	Kevin Mori	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Tiffany Hsiao	Bizlink Technology, Inc.	Larry Ping	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weichung Ooi	Bizlink Technology, Inc.	Mengfei Liu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Rahul Bhushan	Broadcom Corp.	Scott Brown	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Asila nahas	Cadence Design Systems, Inc.	Yimin Chen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Claire Ying	Cadence Design Systems, Inc.	Yong Li	Dialog Semiconductor (UK) Ltd

© USB 3.0 Promoter Group: 2010-2019

Dan Ellis	DisplayLink (UK) Ltd.	Alan Berkema	Hewlett Packard
Jason Young	DisplayLink (UK) Ltd.	Lee Atkinson	Hewlett Packard
Kevin Jacobs	DisplayLink (UK) Ltd.	Rahul Lakdawala	Hewlett Packard
Paulo Alcobia	DisplayLink (UK) Ltd.	Robin Castell	Hewlett Packard
Peter Burgers	DisplayLink (UK) Ltd.	Roger Benson	Hewlett Packard
Richard Petrie	DisplayLink (UK) Ltd.	Ron Schooley	Hewlett Packard
Abel Astley	Ellisys	Hideyuki HAYAFUJI	Hosiden Corporation
Chuck Trefts	Ellisys	Keiji Mine	Hosiden Corporation
Emmanuel Durin	Ellisys	Masaki YAMAOKA	Hosiden Corporation
Mario Pasquali	Ellisys	Takashi MUTO	Hosiden Corporation
Tim Wei	Ellisys	Yasunori NISHIKAWA	Hosiden Corporation
Chien-Cheng Kuo	Etron Technology, Inc.	Kenneth Chan	HP Inc.
Jack Yang	Etron Technology, Inc.	Lee Atkinson	HP Inc.
Richard Crisp	Etron Technology, Inc.	Steve Chen	HP Inc.
Shyanjia Chen	Etron Technology, Inc.	Suketu Partiwalla	HP Inc.
TsungTa Lu	Etron Technology, Inc.	Suketu Partiwalla	HP Inc.
Christian Klein	Fairchild Semiconductor	Vaibhav Malik	HP Inc.
Oscar Freitas	Fairchild Semiconductor	Walter Fry	HP Inc.
Souhib Harb	Fairchild Semiconductor	Bai Sean	Huawei Technologies Co., Ltd.
Amanda Ying	Feature Integration Technology Inc.	Chunjiang Zhao	Huawei Technologies Co., Ltd.
Jacky Chan	Feature Integration Technology Inc.	JianQuan Wu	Huawei Technologies Co., Ltd.
Kenny Hsieh	Feature Integration Technology Inc.	Li Zongjian	Huawei Technologies Co., Ltd.
KungAn Lin	Feature Integration Technology Inc.	Lihua Duan	Huawei Technologies Co., Ltd.
Paul Yang	Feature Integration Technology Inc.	Min Chen	Huawei Technologies Co., Ltd.
su Jaden	Feature Integration Technology Inc.	Wang Feng	Huawei Technologies Co., Ltd.
Yu-Lin Chu	Feature Integration Technology Inc.	Wei Haihong	Huawei Technologies Co., Ltd.
Yulin Lan	Feature Integration Technology Inc.	Robert Heaton	Indie Semiconductor
AJ Yang	Foxconn / Hon Hai	Vincent Wang	Indie Semiconductor
Bob Hall	Foxconn / Hon Hai	Sie Boo Chiang	Infineon Technologies
Fred Fons	Foxconn / Hon Hai	Tue Fatt David Wee	Infineon Technologies
Jie zheng	Foxconn / Hon Hai	Wee Tar Richard Ng	Infineon Technologies
Patrick Casher	Foxconn / Hon Hai	Wolfgang Furtner	Infineon Technologies
Steve Sedio	Foxconn / Hon Hai	Bob Dunstan	Intel Corporation
Terry Little	Foxconn / Hon Hai	Brad Saunders	Intel Corporation
Bob McVay	Fresco Logic Inc.	Chee Lim Nge	Intel Corporation
Christopher Meyers	Fresco Logic Inc.	Christine Krause	Intel Corporation
Dian Kurniawan	Fresco Logic Inc.	Dan Froelich	Intel Corporation
Tom Burton	Fresco Logic Inc.	David Harriman	Intel Corporation
Adam Rodriguez	Google Inc.	David Hines	Intel Corporation
Alec Berg	Google Inc.	David Thompson	Intel Corporation
Dave Bernard	Google Inc.	Guobin Liu	Intel Corporation
David Schneider	Google Inc.	Harry Skinner	Intel Corporation
Jim Guerin	Google Inc.	Henrik Leegaard	Intel Corporation
Juan Fantin	Google Inc.	Jenn Chuan Cheng	Intel Corporation
Ken Wu	Google Inc.	Jervis Lin	Intel Corporation
Mark Hayter	Google Inc.	John Howard	Intel Corporation
Nithya Jagannathan	Google Inc.	Karthi Vadivelu	Intel Corporation
Srikanth Lakshmikanthan	Google Inc.	Leo Heiland	Intel Corporation
Todd Broch	Google Inc.	Maarit Harkonen	Intel Corporation
Toshak Singhal	Google Inc.	Nge Chee Lim	Intel Corporation
Vincent Palatin	Google Inc.	Paul Durley	Intel Corporation
Xuelin Wu	Google Inc.	Rahman Ismail	Intel Corporation
Alan Kinningham	Granite River Labs	Rajaram Regupathy	Intel Corporation
Balamurugan Manialagan	Granite River Labs	Ronald Swartz	Intel Corporation
Mike Engbretson	Granite River Labs	Sarah Sharp	Intel Corporation
Mike Wu	Granite River Labs	Scott Brenden	Intel Corporation
Mukesh Tatiya	Granite River Labs	Sridharan Ranganathan	Intel Corporation
Rajaraman V	Granite River Labs	Steve McGowan	Intel Corporation
Tim Lin	Granite River Labs	Tim McKee	Intel Corporation

Toby Opferman	Intel Corporation	Mark Bohm	Microchip Technology Inc.
Ziv Kabiry	Intel Corporation	Matthew Kalibat	Microchip Technology Inc.
Jia Wei	Intersil Corporation	Mick Davis	Microchip Technology Inc.
Al Hsiao	ITE Tech. Inc.	Prasanna Vengateshan	Microchip Technology Inc.
Greg Song	ITE Tech. Inc.	Rich Wahler	Microchip Technology Inc.
Richard Guo	ITE Tech. Inc.	Richard Petrie	Microchip Technology Inc.
Victor Lin	ITE Tech. Inc.	Ronald Kunin	Microchip Technology Inc.
Y.C. Chou	ITE Tech. Inc.	Shannon Cash	Microchip Technology Inc.
Kenta Minejima	Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Thomas Farkas	Microchip Technology Inc.
Mark Saubert	Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Andrew Yang	Microsoft Corporation
Toshio Shimoyama	Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Anthony Chen	Microsoft Corporation
Brian Fetz	Keysight Technologies Inc.	Arvind Murching	Microsoft Corporation
Jit Lim	Keysight Technologies Inc.	Dave Perchlik	Microsoft Corporation
Babu Mailachalam	Lattice Semiconductor Corp	David Voth	Microsoft Corporation
Gianluca Mariani	Lattice Semiconductor Corp	Geoff Shew	Microsoft Corporation
Joel Coplen	Lattice Semiconductor Corp	Jayson Kastens	Microsoft Corporation
Thomas Watza	Lattice Semiconductor Corp	Kai Inha	Microsoft Corporation
Vesa Lauri	Lattice Semiconductor Corp	Marwan Kadado	Microsoft Corporation
Keneth Kim	LG electronics	Michelle Bergeron	Microsoft Corporation
Bruce Chuang	Leadtrend	Rahul Ramadas	Microsoft Corporation
Eilian Liu	Leadtrend	Randy Aull	Microsoft Corporation
Daniel H Jacobs	LeCroy Corporation	Shiu Ng	Microsoft Corporation
Jake Jacobs	LeCroy Corporation	Timo Toivola	Microsoft Corporation
Kimberley McKay	LeCroy Corporation	Toby Nixon	Microsoft Corporation
Mike Micheletti	LeCroy Corporation	Vivek Gupta	Microsoft Corporation
Roy Chestnut	LeCroy Corporation	Yang You	Microsoft Corporation
Tyler Joe	LeCroy Corporation	Adib Al Abaji	Molex LLC
Phil Jakes	Lenovo	Aaron Xu	Monolithic Power Systems Inc.
Aaron Melgar	Lion Semiconductor	Bo Zhou	Monolithic Power Systems Inc.
Chris Zhou	Lion Semiconductor	Christian Sporck	Monolithic Power Systems Inc.
Sehyung Jeon	Lion Semiconductor	Di Han	Monolithic Power Systems Inc.
Wonyoung Kim	Lion Semiconductor	Zhihong Yu	Monolithic Power Systems Inc.
Yongho Kim	Lion Semiconductor	Dan Wagner	Motorola Mobility Inc.
Dave Thompson	LSI Corporation	Ben Crowe	MQP Electronics Ltd.
Alan Kinningham	Luxshare-ICT	Pat Crowe	MQP Electronics Ltd.
Daniel Chen	Luxshare-ICT	Sten Carlsen	MQP Electronics Ltd.
Eric Wen	Luxshare-ICT	Kenji Oguma	NEC Corporation
James Stevens	Luxshare-ICT	Frank Borngräber	Nokia Corporation
Josue Castillo	Luxshare-ICT	Kai Inha	Nokia Corporation
Pat Young	Luxshare-ICT	Pekka Leinonen	Nokia Corporation
Scott Shuey	Luxshare-ICT	Richard Petrie	Nokia Corporation
Chikara Kakizawa	Maxim Integrated Products	Sten Carlsen	Nokia Corporation
Jacob Scott	Maxim Integrated Products	Abhijeet Kulkarni	NXP Semiconductors
Ken Helfrich	Maxim Integrated Products	Ahmad Yazdi	NXP Semiconductors
Michael Miskho	Maxim Integrated Products	Bart Vertenten	NXP Semiconductors
Chris Yokum	MCCI Corporation	Dennis Ha	NXP Semiconductors
Geert Knapen	MCCI Corporation	Dong Nguyen	NXP Semiconductors
Terry Moore	MCCI Corporation	Guru Prasad	NXP Semiconductors
Velmurugan Selvaraj	MCCI Corporation	Ken Jaramillo	NXP Semiconductors
Satoru Kumashiro	MegaChips Corporation	Krishnan TN	NXP Semiconductors
Brian Marley	Microchip Technology Inc.	Michael Joehren	NXP Semiconductors
Dave Perchlik	Microchip Technology Inc.	Robert de Nie	NXP Semiconductors
Don Perkins	Microchip Technology Inc.	Rod Whitby	NXP Semiconductors
Fernando Gonzalez	Microchip Technology Inc.	Vijendra Kuroodi	NXP Semiconductors
John Sisto	Microchip Technology Inc.	Winston Langeslag	NXP Semiconductors
Josh Averyt	Microchip Technology Inc.	Robert Heaton	Obsidian Technology
Kiet Tran	Microchip Technology Inc.	Andrew Yoo	ON Semiconductor
		Brady Maasen	ON Semiconductor
		Bryan McCoy	ON Semiconductor

© USB 3.0 Promoter Group: 2010-2019

Christian Klein	ON Semiconductor	Matti Kulmala	Salcomp Plc
Cor Voorwinden	ON Semiconductor	Toni Lehimo	Salcomp Plc
Edward Berrios	ON Semiconductor	Tong Kim	Samsung Electronics Co. Ltd.
Michael Smith	ON Semiconductor	Alvin Cox	Seagate Technology LLC
Oscar Freitas	ON Semiconductor	Emmanuel Lemay	Seagate Technology LLC
Tom Duffy	ON Semiconductor	John Hein	Seagate Technology LLC
Craig Wiley	Parade Technologies Inc.	Marc Noblitt	Seagate Technology LLC
Aditya Kulkarni	Power Integrations	Michael Morgan	Seagate Technology LLC
Amruta Patra	Power Integrations	Ronald Rueckert	Seagate Technology LLC
Rahul Joshi	Power Integrations	Tony Priborsky	Seagate Technology LLC
Ricardo Pregiteer	Power Integrations	Chin Chang	Semtech Corporation
Shruti Anand	Power Integrations	Tom Farkas	Semtech Corporation
Amit gupta	Qualcomm, Inc	Ning Dai	Silergy Corp.
George Paparrrizos	Qualcomm, Inc	Wanfeng Zhang	Silergy Corp.
Giovanni Garcea	Qualcomm, Inc	Kafai Leung	Silicon Laboratories, Inc.
Jack Pham	Qualcomm, Inc	Kok Hong Soh	Silicon Laboratories, Inc.
James Goel	Qualcomm, Inc	Sorin Badiu	Silicon Laboratories, Inc.
Joshua Warner	Qualcomm, Inc	Steven Ghang	Silicon Laboratories, Inc.
Karyn Vuong	Qualcomm, Inc	Abhishek Sardeshpande	SiliConch Systems Private Limited
Lalan Mishra	Qualcomm, Inc	Aniket Mathad	SiliConch Systems Private Limited
Vamsi Samavedam	Qualcomm, Inc	Chandana N	SiliConch Systems Private Limited
Vatsal Patel	Qualcomm, Inc	Jaswanth Ammineni	SiliConch Systems Private Limited
Chris Sporck	Qualcomm, Inc.	Jinisha Patel	SiliConch Systems Private Limited
Craig Aiken	Qualcomm, Inc.	Kaustubh Kumar	SiliConch Systems Private Limited
Narendra Mehta	Qualcomm, Inc.	Nitish Nitish	SiliConch Systems Private Limited
Terry Remple	Qualcomm, Inc.	Pavitra Balasubramanian	SiliConch Systems Private Limited
Will Kun	Qualcomm, Inc.	Rakesh Polasa	SiliConch Systems Private Limited
Yoram Rimoni	Qualcomm, Inc.	Satish Anand Verkila	SiliConch Systems Private Limited
Fan-Hau Hsu	Realtek Semiconductor Corp.	Shubham Paliwal	SiliConch Systems Private Limited
Tsung-Peng Chuang	Realtek Semiconductor Corp.	Vishnu Pusuluri	SiliConch Systems Private Limited
Atsushi Mitamura	Renesas Electronics Corp.	John Sisto	SMSC
Bob Dunstan	Renesas Electronics Corp.	Ken Gay	SMSC
Brian Allen	Renesas Electronics Corp.	Mark Bohm	SMSC
Dan Aoki	Renesas Electronics Corp.	Richard Wahler	SMSC
Hajime Nozaki	Renesas Electronics Corp.	Shannon Cash	SMSC
John Carpenter	Renesas Electronics Corp.	Tim Knowlton	SMSC
Kiichi Muto	Renesas Electronics Corp.	William Chiechi	SMSC
Masami Katagiri	Renesas Electronics Corp.	Shigenori Tagami	Sony Corporation
Nobuo Furuya	Renesas Electronics Corp.	Shinichi Hirata	Sony Corporation
Patrick Yu	Renesas Electronics Corp.	Amanda Hosler	Specwerkz
Peter Teng	Renesas Electronics Corp.	Bob Dunstan	Specwerkz
Philip Leung	Renesas Electronics Corp.	Diane Lenox	Specwerkz
Steve Roux	Renesas Electronics Corp.	Michael Munn	StarTech.com Ltd.
Tetsu Sato	Renesas Electronics Corp.	Fabien Friess	ST-Ericsson
Toshifumi Yamaoka	Renesas Electronics Corp.	Giuseppe Platania	ST-Ericsson
Chunan Kuo	Richtek Technology Corporation	Jean-Francois Gatto	ST-Ericsson
Heinz Wei	Richtek Technology Corporation	Milan Stamenkovic	ST-Ericsson
TZUHSIEN CHUANG	Richtek Technology Corporation	Nicolas Florenchie	ST-Ericsson
Tatsuya Irisawa	Ricoh Company Ltd.	Patrizia Milazzo	ST-Ericsson
Akihiro Ono	Rohm Co. Ltd.	Christophe Cochard	STMicroelectronics
Chris Lin	Rohm Co. Ltd.	Christophe Lorin	STMicroelectronics
Hidenori Nishimoto	Rohm Co. Ltd.	Filippo Bonaccorso	STMicroelectronics
Kris Bahar	Rohm Co. Ltd.	Jessy Guilbot	STMicroelectronics
Manabu Miyata	Rohm Co. Ltd.	Joel Huloux	STMicroelectronics
Ruben Balbuena	Rohm Co. Ltd.	John Bloomfield	STMicroelectronics
Takashi Sato	Rohm Co. Ltd.	Massimo Panzica	STMicroelectronics
Vijendra Kuroodi	Rohm Co. Ltd.	Meriem Mersel	STMicroelectronics
Yusuke Kondo	Rohm Co. Ltd.	Nathalie Ballot	STMicroelectronics
Kazuomi Nagai	ROHM Co., Ltd.	Pascal Legrand	STMicroelectronics

Patrizia Milazzo	STMicroelectronics
Richard O'Connor	STMicroelectronics
Morten Christiansen	Synopsys, Inc.
Nivin George	Synopsys, Inc.
Zongyao Wen	Synopsys, Inc.
Joan Marrinan	Tektronix
Kimberley McKay	Teledyne-LeCroy
Matthew Dunn	Teledyne-LeCroy
Tony Minchell	Teledyne-LeCroy
Anand Dabak	Texas Instruments
Bill Waters	Texas Instruments
Bing Lu	Texas Instruments
Deric Waters	Texas Instruments
Grant Ley	Texas Instruments
Gregory Watkins	Texas Instruments
Ingolf Frank	Texas Instruments
Ivo Huber	Texas Instruments
Javed Ahmad	Texas Instruments
Jean Picard	Texas Instruments
John Perry	Texas Instruments
Martin Patoka	Texas Instruments
Mike Campbell	Texas Instruments
Scott Jackson	Texas Instruments
Shafiuddin Mohammed	Texas Instruments
Srinath Hosur	Texas Instruments
Steven Tom	Texas Instruments
Yoon Lee	Texas Instruments
Tim Wilhelm	The Silanna Group Pty. Ltd.
Tod Wolf	The Silanna Group Pty. Ltd.
Chris Yokum	Total Phase
Brad Cox	Ventev Mobile
Colin Vose	Ventev Mobile
Dydron Lin	VIA Technologies, Inc.
Fong-Jim Wang	VIA Technologies, Inc.
Jay Tseng	VIA Technologies, Inc.
Rex Chang	VIA Technologies, Inc.
Terrance Shih	VIA Technologies, Inc.
Ho Wen Tsai	Weltrend Semiconductor
Hung Chiang	Weltrend Semiconductor
Jeng Cheng Liu	Weltrend Semiconductor
Priscilla Lee	Weltrend Semiconductor
Wayne Lo	Weltrend Semiconductor
Charles Neumann	Western Digital Technologies, Inc.
Curtis Stevens	Western Digital Technologies, Inc.
John Maroney	Western Digital Technologies, Inc.
Joe O'Brien	Wilder Technologies
Will Miller	Wilder Technologies
Juejia Zhou	Xiaomi Communications Co., Ltd.
Xiaoxing Yang	Xiaomi Communications Co., Ltd.

Revision History

Revision	Version	Comments	Issue Date
1.0	1.0	Initial release Revision 1.0	5 July, 2012
1.0	1.1	Including errata through 31-October-2012	31 October 2012
1.0	1.2	Including errata through 26-June-2013	26 June, 2013
1.0	1.3	Including errata through 11-March-2014	11 March 2014
2.0	1.0	Initial release Revision 2.0	11 August 2014
2.0	1.1	Including errata through 7-May 2015	7 May 2015
2.0	1.2	Including errata through 25-March-2016	25 March 2016
2.0	1.3	Including errata through 11-January-2017	11 January 2017
3.0	1.0	Initial release Revision 3.0	11 December 2015
3.0	1.0a	Including errata through 25-March-2016	25 March 2016
3.0	1.1	Including errata through 12-January-2016	12 January 2017
3.0	1.2	Including errata through 21-June-2018	21 June 2018
3.0	2.0	Including errata through 29-August-2019	29 August 2019

Table of Contents

INTELLECTUAL PROPERTY DISCLAIMER.....	6
Chairs.....	7
Editors.....	7
Contributors.....	7
Revision History	13
Table of Contents	14
List of Tables	22
List of Figures	30
1. Introduction	39
1.1 Overview.....	39
1.2 Purpose.....	40
1.3 Scope.....	40
1.4 Conventions.....	41
1.4.1 Precedence.....	41
1.4.2 Keywords.....	41
1.4.3 Numbering.....	42
1.5 Related Documents.....	42
1.6 Terms and Abbreviations	43
1.7 Parameter Values	51
1.8 Changes from Revision 2.0	51
1.9 Compatibility with Revision 2.0.....	51
2. Overview	52
2.1 Introduction	52
2.2 Section Overview.....	53
2.3 Compatibility with Revision 2.0.....	54
2.4 USB Power Delivery Capable Devices.....	54
2.5 SOP* Communication.....	55
2.5.1 Introduction	55
2.5.2 SOP* Collision Avoidance	55
2.5.3 SOP Communication	55

2.5.4	SOP'/SOP'' Communication with Cable Plugs	55
2.6	Operational Overview	57
2.6.1	Source Operation	57
2.6.2	Sink Operation.....	59
2.6.3	Cable Plugs.....	60
2.7	Architectural Overview.....	61
2.7.1	Policy.....	64
2.7.2	Message Formation and Transmission	65
2.7.3	Collision Avoidance.....	65
2.7.4	Power supply	66
2.7.5	DFP/UFP	66
2.7.6	Cable and Connectors.....	67
2.7.7	Interactions between Non-PD, BC and PD devices	67
2.7.8	Power Rules.....	67
3.	USB Type-A and USB Type-B Cable Assemblies and Connectors	68
4.	Electrical Requirements	69
4.1	Interoperability with other USB Specifications	69
4.2	Dead Battery Detection / Unpowered Port Detection	69
4.3	Cable IR Ground Drop (IR Drop).....	69
4.4	Cable Type Detection.....	69
5.	Physical Layer	70
5.1	Physical Layer Overview.....	70
5.2	Physical Layer Functions	70
5.3	Symbol Encoding.....	71
5.4	Ordered Sets.....	72
5.5	Transmitted Bit Ordering	73
5.6	Packet Format.....	74
5.6.1	Packet Framing.....	74
5.6.2	CRC.....	76
5.6.3	Packet Detection Errors	78
5.6.4	Hard Reset.....	78
5.6.5	Cable Reset.....	79
5.7	Collision Avoidance	79
5.8	Biphase Mark Coding (BMC) Signaling Scheme.....	80
5.8.1	Encoding and signaling.....	80

5.8.2	Transmit and Receive Masks.....	83
5.8.3	Transmitter Load Model	89
5.8.4	BMC Common specifications.....	90
5.8.5	BMC Transmitter Specifications	91
5.8.6	BMC Receiver Specifications	93
5.9	Built in Self-Test (BIST).....	97
5.9.1	BIST Carrier Mode	97
5.9.2	BIST Test Data.....	97
6.	Protocol Layer	98
6.1	Overview.....	98
6.2	Messages.....	98
6.2.1	Message Construction.....	98
6.3	Control Message.....	108
6.3.1	GoodCRC Message.....	109
6.3.2	GotoMin Message	109
6.3.3	Accept Message.....	109
6.3.4	Reject Message	110
6.3.5	Ping Message.....	110
6.3.6	PS_RDY Message.....	110
6.3.7	Get_Source_Cap Message	110
6.3.8	Get_Sink_Cap Message.....	111
6.3.9	DR_Swap Message.....	111
6.3.10	PR_Swap Message	111
6.3.11	VCONN_Swap Message	112
6.3.12	Wait Message.....	113
6.3.13	Soft Reset Message	114
6.3.14	Data_Reset Message	114
6.3.15	Data_Reset_Complete Message.....	115
6.3.16	Not_Supported Message.....	115
6.3.17	Get_Source_Cap_Extended Message	115
6.3.18	Get_Status Message	115
6.3.19	FR_Swap Message	115
6.3.20	Get_PPS_Status	116
6.3.21	Get_Country_Codes.....	116
6.3.22	Get_Sink_Cap_Extended Message	116

6.4	Data Message.....	116
6.4.1	Capabilities Message.....	117
6.4.2	Request Message.....	126
6.4.3	BIST Message.....	131
6.4.4	Vendor Defined Message	133
6.4.5	Battery_Status Message.....	162
6.4.6	Alert Message	163
6.4.7	Get_Country_Info Message	165
6.4.8	Enter_USB Message.....	165
6.5	Extended Message.....	167
6.5.1	Source_Capabilities_Extended Message	168
6.5.2	Status Message	172
6.5.3	Get_Battery_Cap Message	175
6.5.4	Get_Battery_Status Message	175
6.5.5	Battery_Capabilities Message	176
6.5.6	Get_Manufacturer_Info Message.....	177
6.5.7	Manufacturer_Info Message	177
6.5.8	Security Messages.....	178
6.5.9	Firmware Update Messages	179
6.5.10	PPS_Status Message	180
6.5.11	Country_Codes Message.....	181
6.5.12	Country_Info Message.....	182
6.5.13	Sink_Capabilities_Extended Message.....	182
6.6	Timers.....	186
6.6.1	CRCReceiveTimer	186
6.6.2	SenderResponseTimer.....	186
6.6.3	Capability Timers.....	186
6.6.4	Wait Timers and Times	187
6.6.5	Power Supply Timers	188
6.6.6	NoResponseTimer	189
6.6.7	BIST Timers.....	190
6.6.8	Power Role Swap Timers.....	190
6.6.9	Soft Reset Timers	190
6.6.10	Data Reset Timers.....	191
6.6.11	Hard Reset Timers.....	191
6.6.12	Structured VDM Timers	192

6.6.13	VCONN Timers.....	193
6.6.14	tCableMessage.....	193
6.6.15	DiscoverIdentityTimer	193
6.6.16	Collision Avoidance Timers.....	193
6.6.17	Fast Role Swap Timers.....	194
6.6.18	Chunking Timers.....	194
6.6.19	Programmable Power Supply Timers	195
6.6.20	tEnterUSB.....	195
6.6.21	Time Values and Timers.....	196
6.7	Counters.....	200
6.7.1	MessageID Counter	200
6.7.2	Retry Counter	200
6.7.3	Hard Reset Counter.....	201
6.7.4	Capabilities Counter.....	201
6.7.5	Discover Identity Counter	201
6.7.6	VDMBusyCounter.....	201
6.7.7	Counter Values and Counters	201
6.8	Reset.....	202
6.8.1	Soft Reset and Protocol Error	202
6.8.2	Data Reset	204
6.8.3	Hard Reset.....	204
6.8.4	Cable Reset.....	205
6.9	Collision Avoidance	205
6.10	Message Discarding.....	205
6.11	State behavior.....	207
6.11.1	Introduction to state diagrams used in Chapter 6	207
6.11.2	State Operation	207
6.11.3	List of Protocol Layer States.....	229
6.12	Message Applicability.....	231
6.12.1	Applicability of Control Messages.....	232
6.12.2	Applicability of Data Messages.....	233
6.12.3	Applicability of Extended Messages.....	234
6.12.4	Applicability of Structured VDM Commands.....	235
6.12.5	Applicability of Reset Signaling.....	236
6.12.6	Applicability of Fast Role Swap signal.....	236
6.13	Value Parameters	237

7. Power Supply.....238

7.1	Source Requirements	238
7.1.1	Behavioral Aspects	238
7.1.2	Source Bulk Capacitance.....	238
7.1.3	Types of Sources.....	238
7.1.4	Source Transitions.....	239
7.1.5	Response to Hard Resets	246
7.1.6	Changing the Output Power Capability.....	247
7.1.7	Robust Source Operation.....	247
7.1.8	Output Voltage Tolerance and Range	248
7.1.9	Charging and Discharging the Bulk Capacitance on V_{BUS}	249
7.1.10	Swap Standby for Sources	249
7.1.11	Source Peak Current Operation	250
7.1.12	Source Capabilities Extended Parameters.....	251
7.1.13	Fast Role Swap	253
7.1.14	Non-application of V_{BUS} Slew Rate Limits	254
7.1.15	VCONN Power Cycle	255
7.2	Sink Requirements.....	256
7.2.1	Behavioral Aspects	256
7.2.2	Sink Bulk Capacitance	256
7.2.3	Sink Standby.....	257
7.2.4	Suspend Power Consumption.....	257
7.2.5	Zero Negotiated Current.....	257
7.2.6	Transient Load Behavior	257
7.2.7	Swap Standby for Sinks	258
7.2.8	Sink Peak Current Operation	258
7.2.9	Robust Sink Operation.....	258
7.2.10	Fast Role Swap	259
7.3	Transitions	261
7.3.1	Increasing the Current.....	262
7.3.2	Increasing the Voltage.....	264
7.3.3	Increasing the Voltage and Current.....	266
7.3.4	Increasing the Voltage and Decreasing the Current.....	268
7.3.5	Decreasing the Voltage and Increasing the Current.....	270
7.3.6	Decreasing the Current.....	272

7.3.7	Decreasing the Voltage	274
7.3.8	Decreasing the Voltage and the Current.....	276
7.3.9	Sink Requested Power Role Swap.....	278
7.3.10	Source Requested Power Role Swap	281
7.3.11	GotoMin Current Decrease.....	284
7.3.12	Source Initiated Hard Reset.....	286
7.3.13	Sink Initiated Hard Reset.....	288
7.3.14	No change in Current or Voltage.....	290
7.3.15	Fast Role Swap	292
7.3.16	Increasing the Programmable Power Supply Voltage	294
7.3.17	Decreasing the Programmable Power Supply Voltage.....	296
7.3.18	Changing the Source PDO or APDO	298
7.3.19	Increasing the Programmable Power Supply Current	300
7.3.20	Decreasing the Programmable Power Supply Current	302
7.3.21	Same Request Programmable Power Supply.....	304
7.4	Electrical Parameters	305
7.4.1	Source Electrical Parameters.....	305
7.4.2	Sink Electrical Parameters	309
7.4.3	Common Electrical Parameters	310
8.	Device Policy	312
8.1	Overview.....	312
8.2	Device Policy Manager	312
8.2.1	Capabilities	313
8.2.2	System Policy	313
8.2.3	Control of Source/Sink	314
8.2.4	Cable Detection.....	314
8.2.5	Managing Power Requirements.....	314
8.2.6	Use of “Unconstrained Power” bit with Batteries and AC supplies.....	316
8.2.7	Interface to the Policy Engine	318
8.3	Policy Engine.....	319
8.3.1	Introduction	319
8.3.2	Atomic Message Sequence Diagrams.....	319
8.3.3	State Diagrams	479
9.	States and Status Reporting.....	567
9.1	Overview.....	567

9.1.1	PDUSB Device and Hub Requirements	569
9.1.2	Mapping to USB Device States	569
9.1.3	PD Software Stack.....	572
9.1.4	PDUSB Device Enumeration	572
9.2	PD Specific Descriptors.....	574
9.2.1	USB Power Delivery Capability Descriptor	574
9.2.2	Battery Info Capability Descriptor.....	575
9.2.3	PD Consumer Port Capability Descriptor	576
9.2.4	PD Provider Port Capability Descriptor	576
9.3	PD Specific Requests and Events	578
9.3.1	PD Specific Requests.....	578
9.4	PDUSB Hub and PDUSB Peripheral Device Requests.....	579
9.4.1	GetBatteryStatus	579
9.4.2	SetPDFeature	580
10.	Power Rules	582
10.1	Introduction	582
10.2	Source Power Rules.....	582
10.2.1	Source Power Rule Considerations	582
10.2.2	Normative Voltages and Currents.....	583
10.2.3	Optional Voltages/Currents.....	586
10.2.4	Power sharing between ports.....	588
10.3	Sink Power Rules.....	588
10.3.1	Sink Power Rule Considerations	588
10.3.2	Normative Sink Rules	588
A.	CRC calculation	590
A.1	C code example.....	590
A.2	Table showing the full calculation over one Message.....	592
B.	PD Message Sequence Examples	593
B.1	External power is supplied downstream	593
B.2	External power is supplied upstream.....	597
B.3	Giving back power	604
C.	VDM Command Examples.....	616
C.1	Discover Identity Example	616
C.1.1	Discover Identity Command request.....	616
C.1.2	Discover Identity Command response – Active Cable	616

C.1.3	Discover Identity Command response – Hub.....	618
C.2	Discover SVIDs Example	619
C.2.1	Discover SVIDs Command request	619
C.2.1	Discover SVIDs Command response	619
C.3	Discover Modes Example	621
C.3.1	Discover Modes Command request.....	621
C.3.2	Discover Modes Command response.....	621
C.4	Enter Mode Example.....	623
C.4.1	Enter Mode Command request	623
C.4.2	Enter Mode Command response	623
C.4.1	Enter Mode Command request with additional VDO.....	624
C.5	Exit Mode Example	625
C.5.1	Exit Mode Command request.....	625
C.5.2	Exit Mode Command response.....	625
C.6	Attention Example	627
C.6.1	Attention Command request.....	627
C.6.2	Attention Command request with additional VDO	627
D.	BMC Receiver Design Examples	629
D.1	Finite Difference Scheme	629
D.1.1	Sample Circuitry	629
D.1.2	Theory.....	629
D.1.3	Data Recovery.....	631
D.1.4	Noise Zone and Detection Zone	632
D.2	Subtraction Scheme.....	632
D.2.1	Sample Circuitry	632
D.2.2	Output of Each Circuit Block	633
D.2.3	Subtractor Output at Power Source and Power Sink.....	633
D.2.4	Noise Zone and Detection Zone	634
E.	FRS System Level Example	635
E.1	Overview.....	635
E.2	FRS Initial Setup.....	637
E.3	FRS Process.....	639

List of Tables

Table 1-1	Terms and Abbreviations.....	43
-----------	------------------------------	----

Table 5-1 4b5b Symbol Encoding Table	71
Table 5-2 Ordered Sets.....	72
Table 5-3 Validation of Ordered Sets	72
Table 5-4 Data Size.....	73
Table 5-5 SOP ordered set	74
Table 5-6 SOP' ordered set	75
Table 5-7 SOP'' ordered set.....	75
Table 5-8 SOP'_Debug ordered set.....	76
Table 5-9 SOP''_Debug ordered set.....	76
Table 5-10 CRC-32 Mapping	77
Table 5-11 Hard Reset ordered set.....	78
Table 5-12 Cable Reset ordered set.....	79
Table 5-13 Rp values used for Collision Avoidance	80
Table 5-14 BMC Tx Mask Definition, X Values.....	84
Table 5-15 BMC Tx Mask Definition, Y Values.....	85
Table 5-16 BMC Rx Mask Definition.....	89
Table 5-17 BMC Common Normative Requirements	91
Table 5-18 BMC Transmitter Normative Requirements	91
Table 5-19 BMC Receiver Normative Requirements.....	94
Table 6-1 Message Header.....	99
Table 6-2 Revision Interoperability during an Explicit Contract.....	102
Table 6-3 Extended Message Header.....	103
Table 6-4 Use of Unchunked Message Supported bit	105
Table 6-5 Control Message Types.....	108
Table 6-6 Data Message Types.....	116
Table 6-7 Power Data Object.....	118
Table 6-8 Augmented Power Data Object.....	118
Table 6-9 Fixed Supply PDO - Source.....	120
Table 6-10 Fixed Power Source Peak Current Capability.....	122
Table 6-11 Variable Supply (non-Battery) PDO - Source.....	122
Table 6-12 Battery Supply PDO - Source.....	123
Table 6-13 Programmable Power Supply APDO - Source	123
Table 6-14 Fixed Supply PDO - Sink.....	124
Table 6-15 Variable Supply (non-Battery) PDO - Sink.....	126
Table 6-16 Battery Supply PDO - Sink.....	126
Table 6-17 Programmable Power Supply APDO - Sink.....	126
Table 6-18 Fixed and Variable Request Data Object.....	127
Table 6-19 Fixed and Variable Request Data Object with GiveBack Support.....	127

Table 6-20 Battery Request Data Object	127
Table 6-21 Battery Request Data Object with GiveBack Support	128
Table 6-22 Programmable Request Data Object.....	128
Table 6-23 BIST Data Object	132
Table 6-24 Unstructured VDM Header	134
Table 6-25 Structured VDM Header	135
Table 6-26 Structured VDM Commands	136
Table 6-27 SVID Values.....	136
Table 6-28 Commands and Responses	138
Table 6-29 ID Header VDO	140
Table 6-30 Product Types (UFP)	141
Table 6-31 Product Types (Cable Plug)	141
Table 6-32 Product Types (DFP)	141
Table 6-33 Cert Stat VDO.....	142
Table 6-34 Product VDO	142
Table 6-35 UFP VDO 1	143
Table 6-36 UFP VDO 2	144
Table 6-37 DFP VDO	145
Table 6-38 Passive Cable VDO	146
Table 6-39 Active Cable VDO 1	148
Table 6-40 Active Cable VDO 2	150
Table 6-41 AMA VDO.....	152
Table 6-42 VPD VDO.....	153
Table 6-43 Discover SVIDs Responder VDO.....	154
Table 6-44 Battery Status Data Object (BSDO)	162
Table 6-45 Alert Data Object	163
Table 6-46 Country Code Data Object	165
Table 6-47 Enter_USB Data Object.....	166
Table 6-48 Extended Message Types.....	167
Table 6-49 Source Capabilities Extended Data Block (SCEDB).....	168
Table 6-50 SOP Status Data Block (SDB).....	172
Table 6-51 SOP'/SOP'' Status Data Block (SDB).....	175
Table 6-52 Get Battery Cap Data Block (GBCDB)	175
Table 6-53 Get Battery Status Data Block (GBSDB)	176
Table 6-54 Battery Capability Data Block (BCDB).....	176
Table 6-55 Get Manufacturer Info Data Block (GMIDB).....	177
Table 6-56 Manufacturer Info Data Block (MIDB).....	178
Table 6-57 PPS Status Data Block (PPSSDB)	180

Table 6-58 Country Codes Data Block (CCDB)	181
Table 6-59 Country Info Data Block (CIDB).....	182
Table 6-60 Sink Capabilities Extended Data Block (SKEDB).....	183
Table 6-61 Time Values	197
Table 6-62 Timers	198
Table 6-63 Counter parameters.....	201
Table 6-64 Counters	202
Table 6-65 Response to an incoming Message (except VDM)	203
Table 6-66 Response to an incoming VDM.....	204
Table 6-67 Message discarding	206
Table 6-68 Protocol Layer States.....	229
Table 6-69 Applicability of Control Messages.....	232
Table 6-70 Applicability of Data Messages.....	233
Table 6-71 Applicability of Extended Messages	234
Table 6-72 Applicability of Structured VDM Commands	235
Table 6-73 Applicability of Reset Signaling	236
Table 6-74 Applicability of Fast Role Swap signal	236
Table 6-75 Value Parameters	237
Table 7-1 Sequence Description for Increasing the Current.....	263
Table 7-2 Sequence Description for Increasing the Voltage.....	265
Table 7-3 Sequence Diagram for Increasing the Voltage and Current.....	267
Table 7-4 Sequence Description for Increasing the Voltage and Decreasing the Current.....	269
Table 7-5 Sequence Description for Decreasing the Voltage and Increasing the Current.....	271
Table 7-6 Sequence Description for Decreasing the Current.....	273
Table 7-7 Sequence Description for Decreasing the Voltage	275
Table 7-8 Sequence Description for Decreasing the Voltage and the Current.....	277
Table 7-9 Sequence Description for a Sink Requested Power Role Swap.....	279
Table 7-10 Sequence Description for a Source Requested Power Role Swap	282
Table 7-11 Sequence Description for a GotoMin Current Decrease.....	285
Table 7-12 Sequence Description for a Source Initiated Hard Reset.....	287
Table 7-13 Sequence Description for a Sink Initiated Hard Reset.....	289
Table 7-14 Sequence Description for no change in Current or Voltage	291
Table 7-15 Sequence Description for Fast Role Swap	292
Table 7-16 Sequence Description for Increasing the Programmable Power Supply Voltage	294
Table 7-17 Sequence Description for Decreasing the Programmable Power Supply Voltage	297
Table 7-18 Sequence Description for Changing the Source PDO or APDO	298
Table 7-19 Sequence Description for increasing the Current in PPS mode	301
Table 7-20 Sequence Description for decreasing the Current in PPS mode	303

Table 7-21 Sequence Description for increasing the Current in PPS mode	304
Table 7-22 Source Electrical Parameters.....	305
Table 7-23 Sink Electrical Parameters	309
Table 7-24 Common Source/Sink Electrical Parameters	311
Table 8-1 Basic Message Flow	320
Table 8-2 Potential issues in Basic Message Flow	321
Table 8-3 Basic Message Flow with CRC failure	322
Table 8-4 Interruptible and Non-interruptible AMS.....	324
Table 8-5 Steps for a successful Power Negotiation	326
Table 8-6 Steps for a GotoMin Negotiation	329
Table 8-7 Steps for a successful Power Negotiation	331
Table 8-8 Steps for a Soft Reset.....	334
Table 8-9 Steps for a DFP Initiated Data Reset where the DFP is the Vconn Source.....	337
Table 8-10 Steps for a DFP Receiving a Data Reset where the DFP is the Vconn Source	340
Table 8-11 Steps for a DFP Initiated Data Reset where the UFP is the Vconn Source	343
Table 8-12 Steps for a DFP Receiving a Data Reset where the UFP is the Vconn Source	347
Table 8-13 Steps for Source initiated Hard Reset	351
Table 8-14 Steps for Sink initiated Hard Reset	354
Table 8-15 Steps for Source initiated Hard Reset – Sink long reset.....	357
Table 8-16 Steps for a Successful Source Initiated Power Role Swap Sequence.....	360
Table 8-17 Steps for a Successful Sink Initiated Power Role Swap Sequence.....	366
Table 8-18 Steps for a Successful Fast Role Swap Sequence.....	371
Table 8-19 Steps for Data Role Swap, UFP operating as Sink initiates.....	374
Table 8-20 Steps for Data Role Swap, UFP operating as Source initiates.....	376
Table 8-21 Steps for Data Role Swap, DFP operating as Source initiates.....	378
Table 8-22 Steps for Data Role Swap, DFP operating as Sink initiates.....	380
Table 8-23 Steps for Source to Sink VCONN Source Swap.....	383
Table 8-24 Steps for Sink to Source VCONN Source Swap.....	386
Table 8-25 Steps for Source Alert to Sink	389
Table 8-26 Steps for Sink Alert to Source	390
Table 8-27 Steps for a Sink getting Source Status Sequence.....	391
Table 8-28 Steps for a Source getting Sink Status Sequence.....	393
Table 8-29 Steps for a Sink getting Source PPS status Sequence	395
Table 8-30 Steps for a Sink getting Source Capabilities Sequence	397
Table 8-31 Steps for a Dual-Role Source getting Dual-Role Sink’s capabilities as a Source Sequence.....	399
Table 8-32 Steps for a Source getting Sink Capabilities Sequence	401
Table 8-33 Steps for a Dual-Role Sink getting Dual-Role Source capabilities as a Sink Sequence	403
Table 8-34 Steps for a Sink getting Source extended capabilities Sequence	405

Table 8-35 Steps for a Dual-Role Source getting Dual-Role Sink extended capabilities Sequence.....	407
Table 8-36 Steps for a Sink getting Source Battery capabilities Sequence	409
Table 8-37 Steps for a Source getting Sink Battery capabilities Sequence	411
Table 8-38 Steps for a Sink getting Source Battery status Sequence	413
Table 8-39 Steps for a Source getting Sink Battery status Sequence	415
Table 8-40 Steps for a Source getting Sink's Port Manufacturer Information Sequence	417
Table 8-41 Steps for a Source getting Sink's Port Manufacturer Information Sequence	419
Table 8-42 Steps for a Source getting Sink's Battery Manufacturer Information Sequence.....	421
Table 8-43 Steps for a Source getting Sink's Battery Manufacturer Information Sequence.....	423
Table 8-44 Steps for a VCONN Source getting Sink's Port Manufacturer Information Sequence	425
Table 8-45 Steps for a Source getting Country Codes Sequence	427
Table 8-46 Steps for a Source getting Sink's Country Codes Sequence.....	429
Table 8-47 Steps for a VCONN Source getting Sink's Country Codes Sequence.....	431
Table 8-48 Steps for a Source getting Country Information Sequence.....	433
Table 8-49 Steps for a Source getting Sink's Country Information Sequence	435
Table 8-50 Steps for a VCONN Source getting Sink's Country Information Sequence	437
Table 8-51 Steps for a Source requesting a security exchange with a Sink Sequence.....	439
Table 8-52 Steps for a Sink requesting a security exchange with a Source Sequence.....	441
Table 8-53 Steps for a Vconn Source requesting a security exchange with a Cable Plug Sequence.....	443
Table 8-54 Steps for a Source requesting a firmware update exchange with a Sink Sequence	445
Table 8-55 Steps for a Sink requesting a firmware update exchange with a Source Sequence.....	447
Table 8-56 Steps for a Vconn Source requesting a firmware update exchange with a Cable Plug Sequence	449
Table 8-57 Steps for DFP to UFP Discover Identity.....	451
Table 8-58 Steps for Source Port to Cable Plug Discover Identity.....	453
Table 8-59 Steps for DFP to Cable Plug Discover Identity	455
Table 8-60 Steps for DFP to UFP Enter Mode	457
Table 8-61 Steps for DFP to UFP Exit Mode.....	459
Table 8-62 Steps for DFP to Cable Plug Enter Mode	462
Table 8-63 Steps for DFP to Cable Plug Exit Mode.....	464
Table 8-64 Steps for UFP to DFP Attention.....	466
Table 8-65 Steps for BIST Carrier Mode Test.....	468
Table 8-66 Steps for BIST Test Data Test.....	470
Table 8-67 Steps for UFP USB4 Mode Entry (Valid)	472
Table 8-68 Steps for Cable Plug USB4 Mode Entry (Valid).....	474
Table 8-69 Steps for UFP USB4 Mode Entry (Invalid).....	476
Table 8-70 Steps for Cable Plug USB4 Mode Entry (Invalid)	478
Table 8-71 Policy Engine States	560

Table 9-1 USB Power Delivery Type Codes.....	574
Table 9-2 USB Power Delivery Capability Descriptor	574
Table 9-3 Battery Info Capability Descriptor	575
Table 9-4 PD Consumer Port Descriptor	576
Table 9-5 PD Provider Port Descriptor	576
Table 9-6 PD Requests.....	578
Table 9-7 PD Request Codes	578
Table 9-8 PD Feature Selectors	578
Table 9-9 Battery Status Structure	579
Table 9-10 Battery Wake Mask	580
Table 9-11 Charging Policy Encoding.....	581
Table 10-1 Considerations for Sources.....	582
Table 10-2 Normative Voltages and Minimum Currents	583
Table 10-3 Fixed Supply PDO – Source 5V	585
Table 10-4 Fixed Supply PDO – Source 9V	585
Table 10-5 Fixed Supply PDO – Source 15V	585
Table 10-6 Fixed Supply PDO – Source 20V	585
Table 10-7 Programmable Power Supply PDOs and APDOs based on the PDP	587
Table 10-8 Programmable Power Supply Voltage Ranges.....	587
Table B-1 External power is supplied downstream.....	594
Table B-2 External power is supplied upstream	597
Table B-3 Giving back power.....	604
Table C-1 Discover Identity Command request from Initiator Example	616
Table C-2 Discover Identity Command response from Active Cable Responder Example	616
Table C-3 Discover Identity Command response from Hub Responder Example	618
Table C-4 Discover SVIDs Command request from Initiator Example.....	619
Table C-5 Discover SVIDs Command response from Responder Example	619
Table C-6 Discover Modes Command request from Initiator Example	621
Table C-7 Discover Modes Command response from Responder Example.....	621
Table C-8 Enter Mode Command request from Initiator Example	623
Table C-9 Enter Mode Command response from Responder Example	623
Table C-10 Enter Mode Command request from Initiator Example	624
Table C-11 Exit Mode Command request from Initiator Example.....	625
Table C-12 Exit Mode Command response from Responder Example	625
Table C-13 Attention Command request from Initiator Example.....	627
Table C-14 Attention Command request from Initiator with additional VDO Example	627
Table E-1: Sequence Table for setup of a Fast Role Swap (Hub connected to Power Adapter first)	637

Table E-2 Sequence Table for setup of a Fast Role Swap (Hub connected to Notebook before Power Adapter).....	638
Table E-3 Sequence Table for slow Vbus discharge (it discharges after FR_Swap message is sent)	640
Table E-4 Vbus discharges quickly after adapter disconnected.	641

List of Figures

Figure 2-1 Logical Structure of USB Power Delivery Capable Devices.....	54
Figure 2-2 Example SOP' Communication between VCONN Source and Cable Plug(s).....	56
Figure 2-3 USB Power Delivery Communications Stack	62
Figure 2-4 USB Power Delivery Communication Over USB.....	62
Figure 2-5 High Level Architecture View.....	64
Figure 5-1 Interpretation of ordered sets.....	72
Figure 5-2 Transmit Order for Various Sizes of Data	73
Figure 5-3 USB Power Delivery Packet Format	74
Figure 5-4 CRC 32 generation	77
Figure 5-5 Line format of Hard Reset.....	79
Figure 5-6 Line format of Cable Reset.....	79
Figure 5-7 BMC Example.....	80
Figure 5-8 BMC Transmitter Block Diagram	81
Figure 5-9 BMC Receiver Block Diagram	81
Figure 5-10 BMC Encoded Start of Preamble.....	81
Figure 5-11 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by Zero with High-to-Low Last Transition.....	82
Figure 5-12 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by One with High-to-Low Last Transition.....	82
Figure 5-13 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by Zero with Low to High Last Transition.....	83
Figure 5-14 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by One with Low to High Last Transition.....	83
Figure 5-15 BMC Tx 'ONE' Mask	84
Figure 5-16 BMC Tx 'ZERO' Mask.....	84
Figure 5-17 BMC Rx 'ONE' Mask when Sourcing Power	86
Figure 5-18 BMC Rx 'ZERO' Mask when Sourcing Power.....	87
Figure 5-19 BMC Rx 'ONE' Mask when Power neutral.....	87
Figure 5-20 BMC Rx 'ZERO' Mask when Power neutral.....	88
Figure 5-21 BMC Rx 'ONE' Mask when Sinking Power	88
Figure 5-22 BMC Rx 'ZERO' Mask when Sinking Power.....	89
Figure 5-23 Transmitter Load Model for BMC Tx from a Source.....	90
Figure 5-24 Transmitter Load Model for BMC Tx from a Sink	90
Figure 5-25 Transmitter diagram illustrating zDriver	92
Figure 5-26 Inter-Frame Gap Timings.....	93
Figure 5-27 Example Multi-Drop Configuration showing two DRPs.....	95
Figure 5-28 Example Multi-Drop Configuration showing a DFP and UFP	95
Figure 5-29 Test Data Frame.....	97

Figure 6-1 USB Power Delivery Packet Format including Control Message Payload	98
Figure 6-2 USB Power Delivery Packet Format including Data Message Payload	99
Figure 6-3 USB Power Delivery Packet Format including an Extended Message Header and Payload.....	99
Figure 6-4 Example Security_Request sequence Unchunked (Chunked bit = 0)	105
Figure 6-5 Example byte transmission for Security_Request Message of Data Size 7 (Chunked bit is set to 0).....	105
Figure 6-6 Example byte transmission for Security_Response Message of Data Size 7 (Chunked bit is set to 0).....	106
Figure 6-7 Example Security_Request sequence Chunked (Chunked bit = 1).....	106
Figure 6-8 Example Security_Request Message of Data Size 7 (Chunked bit set to 1)	107
Figure 6-9 Example Chunk 0 of Security_Response Message of Data Size 30 (Chunked bit set to 1).....	107
Figure 6-10 Example byte transmission for a Security_Response Message Chunk request (Chunked bit is set to 1).....	107
Figure 6-11 Example Chunk 1 of Security_Response Message of Data Size 30 (Chunked bit set to 1)	108
Figure 6-12 Example Capabilities Message with 2 Power Data Objects	117
Figure 6-13 BIST Message	131
Figure 6-14 Vendor Defined Message.....	134
Figure 6-15 Discover Identity Command response.....	139
Figure 6-16 Discover Identity Command response for a DRD	139
Figure 6-17 Example Discover SVIDs response with 3 SVIDs	155
Figure 6-18 Example Discover SVIDs response with 4 SVIDs	155
Figure 6-19 Example Discover SVIDs response with 12 SVIDs followed by an empty response	155
Figure 6-20 Example Discover Modes response for a given SVID with 3 Modes	155
Figure 6-21 Successful Enter Mode sequence.....	157
Figure 6-22 Enter Mode sequence Interrupted by Source Capabilities and then Re-run	157
Figure 6-23 Unsuccessful Enter Mode sequence due to NAK	158
Figure 6-24 Exit Mode sequence.....	159
Figure 6-25 Attention Command request/response sequence.....	159
Figure 6-26 Command request/response sequence.....	160
Figure 6-27 Enter/Exit Mode Process.....	161
Figure 6-28 Battery_Status Message.....	162
Figure 6-29 Alert Message.....	163
Figure 6-30 Get_Country_Info Message	165
Figure 6-31 Enter_USB Message	165
Figure 6-32 Source_Capabilities_Extended Message	168
Figure 6-33 SOP Status Message	172
Figure 6-34 SOP'/SOP'' Status Message.....	174
Figure 6-35 Get_Battery_Cap Message	175
Figure 6-36 Get_Battery_Status Message.....	176

Figure 6-37 Battery_Capabilities Message	176
Figure 6-38 Get_Manufacturer_Info Message.....	177
Figure 6-39 Manufacturer_Info Message	178
Figure 6-40 Security_Request Message	179
Figure 6-41 Security_Response Message	179
Figure 6-42 Firmware_Update_Request Message.....	179
Figure 6-43 Firmware_Update_Response Message.....	180
Figure 6-44 PPS_Status Message.....	180
Figure 6-45 Country_Codes Message	181
Figure 6-46 Country_Info Message	182
Figure 6-47 Sink_Capabilities_Extended Message	182
Figure 6-48 Outline of States	207
Figure 6-49 References to states	207
Figure 6-50 Chunking architecture Showing Message and Control Flow	208
Figure 6-51 Chunked Rx State Diagram.....	210
Figure 6-52 Chunked Tx State Diagram.....	213
Figure 6-53 Chunked Message Router State Diagram.....	216
Figure 6-54 Common Protocol Layer Message Transmission State Diagram.....	218
Figure 6-55 Source Protocol Layer Message Transmission State Diagram	221
Figure 6-56 Sink Protocol Layer Message Transmission State Diagram	222
Figure 6-57 Protocol layer Message reception.....	224
Figure 6-58 Hard/Cable Reset.....	226
Figure 7-1 Placement of Source Bulk Capacitance.....	238
Figure 7-2 Transition Envelope for Positive Voltage Transitions.....	239
Figure 7-3 Transition Envelope for Negative Voltage Transitions.....	240
Figure 7-4 PPS Positive Voltage Transitions	241
Figure 7-5 PPS Negative Voltage Transitions.....	242
Figure 7-6 Expected PPS Ripple Relative to an LSB	242
Figure 7-7 PPS Programmable Voltage and Current Limit	244
Figure 7-8 iPpsCLOperatingDetail	245
Figure 7-9 PPS Programmable Voltage and Current Limit	246
Figure 7-10 Source V_{BUS} and V_{CONN} Response to Hard Reset	247
Figure 7-11 Application of v_{SrcNew} and $v_{SrcValid}$ limits after $t_{SrcReady}$	249
Figure 7-12 Source Peak Current Overload	250
Figure 7-13 Holdup Time Measurement	252
Figure 7-14 V_{BUS} Power during Fast Role Swap	253
Figure 7-15 V_{BUS} detection and timing during Fast Role Swap, initial V_{BUS} (at new source) > v_{Safe5V} (min).	254

Figure 7-16 V_{BUS} detection and timing during Fast Role Swap, initial V_{BUS} (at new source) < v_{Safe5V} (min).....	254
Figure 7-17 Data Reset UFP VCONN Power Cycle	255
Figure 7-18 Data Reset DFP VCONN Power Cycle	256
Figure 7-19 Placement of Sink Bulk Capacitance	257
Figure 7-20 Transition Diagram for Increasing the Current.....	262
Figure 7-21 Transition Diagram for Increasing the Voltage.....	264
Figure 7-22 Transition Diagram for Increasing the Voltage and Current	266
Figure 7-23 Transition Diagram for Increasing the Voltage and Decreasing the Current.....	268
Figure 7-24 Transition Diagram for Decreasing the Voltage and Increasing the Current.....	270
Figure 7-25 Transition Diagram for Decreasing the Current.....	272
Figure 7-26 Transition Diagram for Decreasing the Voltage	274
Figure 7-27 Transition Diagram for Decreasing the Voltage and the Current.....	276
Figure 7-28 Transition Diagram for a Sink Requested Power Role Swap.....	278
Figure 7-29 Transition Diagram for a Source Requested Power Role Swap.....	281
Figure 7-30 Transition Diagram for a GotoMin Current Decrease	284
Figure 7-31 Transition Diagram for a Source Initiated Hard Reset	286
Figure 7-32 Transition Diagram for a Sink Initiated Hard Reset	288
Figure 7-33 Transition Diagram for no change in Current or Voltage.....	290
Figure 7-34 Transition Diagram for Fast Role Swap	292
Figure 7-35 Transition Diagram for Increasing the Programmable Power Supply Voltage	294
Figure 7-36 Transition Diagram for Decreasing the Programmable Power Supply Voltage.....	296
Figure 7-37 Transition Diagram for Changing the Source PDO or APDO	298
Figure 7-38 Transition Diagram for increasing the Current in PPS mode	300
Figure 7-39 Transition Diagram for decreasing the Current in PPS mode	302
Figure 7-40 Transition Diagram for no change in Current or Voltage in PPS mode.....	304
Figure 8-1 Example of daisy chained displays.....	317
Figure 8-2 Basic Message Exchange (Successful).....	320
Figure 8-3 Basic Message flow indicating possible errors	321
Figure 8-4 Basic Message Flow with Bad CRC followed by a Retry.....	322
Figure 8-5 Successful Fixed, Variable or Battery Power Negotiation.....	326
Figure 8-6 Successful GotoMin operation.....	329
Figure 8-7 PPS Keep Alive.....	331
Figure 8-8 Soft Reset	334
Figure 8-9 DFP Initiated Data Reset where the DFP is the Vconn Source.....	336
Figure 8-10 DFP Receives Data Reset where the DFP is the Vconn Source.....	339
Figure 8-11 DFP Initiated Data Reset where the UFP is the Vconn Source	342
Figure 8-12 DFP Receives a Data Reset where the UFP is the Vconn Source	346

Figure 8-13 Source initiated Hard Reset.....	350
Figure 8-14 Sink Initiated Hard Reset.....	353
Figure 8-15 Source initiated reset - Sink long reset.....	356
Figure 8-16 Successful Power Role Swap Sequence Initiated by the Source.....	360
Figure 8-17 Successful Power Role Swap Sequence Initiated by the Sink.....	365
Figure 8-18 Successful Fast Role Swap Sequence.....	370
Figure 8-19 Data Role Swap, UFP operating as Sink initiates.....	374
Figure 8-20 Data Role Swap, UFP operating as Source initiates.....	376
Figure 8-21 Data Role Swap, DFP operating as Source initiates	378
Figure 8-22 Data Role Swap, DFP operating as Sink initiates.....	380
Figure 8-23 Source to Sink VCONN Source Swap	382
Figure 8-24 Sink to Source VCONN Source Swap	385
Figure 8-25 Source Alert to Sink.....	388
Figure 8-26 Sink Alert to Source.....	390
Figure 8-27 Sink Gets Source Status.....	391
Figure 8-28 Source Gets Sink Status.....	393
Figure 8-29 Sink Gets Source PPS Status	395
Figure 8-30 Sink Gets Source's Capabilities.....	397
Figure 8-31 Dual-Role Source Gets Dual-Role Sink's Capabilities as a Source.....	399
Figure 8-32 Source Gets Sink's Capabilities.....	401
Figure 8-33 Dual-Role Sink Gets Dual-Role Source's Capabilities as a Sink.....	403
Figure 8-34 Sink Gets Source's Extended Capabilities.....	405
Figure 8-35 Dual-Role Source Gets Dual-Role Sink's Extended Capabilities	407
Figure 8-36 Sink Gets Source's Battery Capabilities	409
Figure 8-37 Source Gets Sink's Battery Capabilities	411
Figure 8-38 Sink Gets Source's Battery Status.....	413
Figure 8-39 Source Gets Sink's Battery Status.....	415
Figure 8-40 Source Gets Sink's Port Manufacturer Information	417
Figure 8-41 Sink Gets Source's Port Manufacturer Information	419
Figure 8-42 Source Gets Sink's Battery Manufacturer Information.....	421
Figure 8-43 Sink Gets Source's Battery Manufacturer Information.....	423
Figure 8-44 VCONN Source Gets Cable Plug's Manufacturer Information	425
Figure 8-45 Source Gets Sink's Country Codes.....	427
Figure 8-46 Sink Gets Source's Country Codes.....	429
Figure 8-47 VCONN Source Gets Cable Plug's Country Codes.....	431
Figure 8-48 Source Gets Sink's Country Information	433
Figure 8-49 Sink Gets Source's Country Information	435
Figure 8-50 VCONN Source Gets Cable Plug's Country Information	437

Figure 8-51 Source requests security exchange with Sink	439
Figure 8-52 Sink requests security exchange with Source	441
Figure 8-53 Vconn Source requests security exchange with Cable Plug	443
Figure 8-54 Source requests firmware update exchange with Sink	445
Figure 8-55 Sink requests firmware update exchange with Source	447
Figure 8-56 Vconn Source requests firmware update exchange with Cable Plug	449
Figure 8-57 DFP to UFP Discover Identity	451
Figure 8-58 Source Port to Cable Plug Discover Identity	453
Figure 8-59 DFP to Cable Plug Discover Identity	455
Figure 8-60 DFP to UFP Enter Mode	457
Figure 8-61 DFP to UFP Exit Mode	459
Figure 8-62 DFP to Cable Plug Enter Mode	461
Figure 8-63 DFP to Cable Plug Exit Mode	464
Figure 8-64 UFP to DFP Attention	466
Figure 8-65 BIST Carrier Mode Test	467
Figure 8-66 BIST Test Data Test	469
Figure 8-67 UFP Entering USB4 Mode (Valid)	472
Figure 8-68 Cable Plug Entering USB4 Mode (Valid)	474
Figure 8-69 UFP Entering USB4 Mode (Invalid)	476
Figure 8-70 Cable Plug Entering USB4 Mode (Invalid)	478
Figure 8-71 Outline of States	479
Figure 8-72 References to states	480
Figure 8-73 Example of state reference with conditions	480
Figure 8-74 Example of state reference with the same entry and exit	480
Figure 8-75 Source Port Policy Engine State Diagram	481
Figure 8-76 Sink Port State Diagram	487
Figure 8-77 Source Port Soft Reset and Protocol Error State Diagram	492
Figure 8-78 Sink Port Soft Reset and Protocol Error Diagram	493
Figure 8-79 DFP Data_Reset Message State Diagram	495
Figure 8-80 UFP Data_Reset Message State Diagram	497
Figure 8-81 Source Port Not Supported Message State Diagram	499
Figure 8-82 Sink Port Not Supported Message State Diagram	500
Figure 8-83 Source Port Ping State Diagram	501
Figure 8-84 Source Port Source Alert State Diagram	501
Figure 8-85 Sink Port Source Alert State Diagram	502
Figure 8-86 Sink Port Sink Alert State Diagram	502
Figure 8-87 Source Port Sink Alert State Diagram	502
Figure 8-88 Sink Port Get Source Capabilities Extended State Diagram	503

Figure 8-89 Source Give Source Capabilities Extended State Diagram	503
Figure 8-90 Sink Port Get Source Status State Diagram.....	504
Figure 8-91 Source Give Source Status State Diagram.....	504
Figure 8-92 Source Port Get Sink Status State Diagram.....	505
Figure 8-93 Sink Give Sink Status State Diagram	505
Figure 8-94 Sink Port Get Source PPS Status State Diagram.....	506
Figure 8-95 Source Give Source PPS Status State Diagram.....	506
Figure 8-96 Get Battery Capabilities State Diagram	507
Figure 8-97 Give Battery Capabilities State Diagram	507
Figure 8-98 Get Battery Status State Diagram	508
Figure 8-99 Give Battery Status State Diagram.....	508
Figure 8-100 Get Manufacturer Information State Diagram.....	509
Figure 8-101 Give Manufacturer Information State Diagram.....	509
Figure 8-102 Get Country Codes State Diagram	510
Figure 8-103 Give Country Codes State Diagram	511
Figure 8-104 Get Country Information State Diagram.....	511
Figure 8-105 Give Country Information State Diagram	512
Figure 8-106 DFP Enter_USB Message State Diagram	512
Figure 8-107 UFP Enter_USB Message State Diagram	513
Figure 8-108 Send security request State Diagram.....	513
Figure 8-109 Send security response State Diagram.....	514
Figure 8-110 Security response received State Diagram.....	514
Figure 8-111 Send firmware update request State Diagram	515
Figure 8-112 Send firmware update response State Diagram	515
Figure 8-113 Firmware update response received State Diagram	516
Figure 8-114: DFP to UFP Data Role Swap State Diagram	517
Figure 8-115: UFP to DFP Data Role Swap State Diagram	519
Figure 8-116: Dual-Role Port in Source to Sink Power Role Swap State Diagram	521
Figure 8-117: Dual-role Port in Sink to Source Power Role Swap State Diagram	524
Figure 8-118: Dual-Role Port in Source to Sink Fast Role Swap State Diagram.....	527
Figure 8-119: Dual-role Port in Sink to Source Fast Role Swap State Diagram	530
Figure 8-120 Dual-Role (Source) Get Source Capabilities diagram	532
Figure 8-121 Dual-Role (Source) Give Sink Capabilities diagram	533
Figure 8-122 Dual-Role (Sink) Get Sink Capabilities State Diagram	533
Figure 8-123 Dual-Role (Sink) Give Source Capabilities State Diagram.....	534
Figure 8-124 Dual-Role (Source) Get Source Capabilities Extended State Diagram	534
Figure 8-125 Dual-Role (Source) Give Sink Capabilities diagram	535
Figure 8-126 VCONN Swap State Diagram.....	536

Figure 8-127 Initiator to Port VDM Discover Identity State Diagram.....	539
Figure 8-128 Initiator VDM Discover SVIDs State Diagram	540
Figure 8-129 Initiator VDM Discover Modes State Diagram.....	541
Figure 8-130 Initiator VDM Attention State Diagram	542
Figure 8-131 Responder Structured VDM Discover Identity State Diagram	543
Figure 8-132 Responder Structured VDM Discover SVIDs State Diagram.....	544
Figure 8-133 Responder Structured VDM Discover Modes State Diagram	545
Figure 8-134 Receiving a Structured VDM Attention State Diagram	546
Figure 8-135 DFP VDM Mode Entry State Diagram	546
Figure 8-136 DFP VDM Mode Exit State Diagram.....	548
Figure 8-137 UFP Structured VDM Enter Mode State Diagram.....	549
Figure 8-138 UFP Structured VDM Exit Mode State Diagram	550
Figure 8-139 Cable Ready VDM State Diagram.....	551
Figure 8-140 Cable Plug Soft Reset State Diagram	551
Figure 8-141 Cable Plug Hard Reset State Diagram.....	552
Figure 8-142 VCONN Source Soft Reset or Cable Reset of a Cable Plug or VPD State Diagram	553
Figure 8-143 Source Startup Structured VDM Discover Identity State Diagram	554
Figure 8-144 Cable Plug Structured VDM Enter Mode State Diagram.....	556
Figure 8-145 Cable Plug Structured VDM Exit Mode State Diagram	557
Figure 8-146 BIST Carrier Mode State Diagram	558
Figure 9-1 Example PD Topology.....	568
Figure 9-2 Mapping of PD Topology to USB.....	569
Figure 9-3 USB Attached to USB Powered State Transition	570
Figure 9-4 Any USB State to USB Attached State Transition (When operating as a Consumer).....	571
Figure 9-5 Any USB State to USB Attached State Transition (When operating as a Provider).....	571
Figure 9-6 Any USB State to USB Attached State Transition (After a USB Type-C Data Role Swap).....	572
Figure 9-7 Software stack on a PD aware OS	572
Figure 9-8 Enumeration of a PDUSB Device.....	573
Figure 10-1 Source Power Rule Illustration.....	584
Figure 10-2 Source Power Rule Example.....	584
Figure B-1 External Power supplied downstream.....	593
Figure B-2 External Power supplied upstream.....	597
Figure B-3 Giving Back Power.....	604
Figure D-1 Circuit Block of BMC Finite Difference Receiver	629
Figure D-2 BMC AC and DC noise from VBUS at Power Sink.....	630
Figure D-3 Sample BMC Signals (a) without [USB 2.0] SE0 Noise (b) with [USB 2.0] SE0 Noise.....	630
Figure D-4 Scaled BMC Signal Derivative with 50ns Sampling Rate	631
Figure D-5 BMC Signal and Finite Difference Output with Various Time Steps	631

Figure D-6 Output of Finite Difference in dash line and Edge Detector in solid line.....	632
Figure D-7 Noise Zone and Detect Zone of BMC Receiver	632
Figure D-8 Circuit Block of BMC Subtraction Receiver	633
Figure D-9 (a) Output of LPF1 and LPF2 (b) Subtraction of LPF1 and LPF2 Output	633
Figure D-10 Output of the BMC LPF1 in blue dash curve and the Subtractor in red solid curve.....	634
Figure E-1 Example FRS Capable System.....	635
Figure E-2 Slow V_{BUS} Discharge	636
Figure E-3 Fast V_{BUS} Discharge.....	637
Figure E-4 Sequence Diagram for slow V_{BUS} discharge (it discharges after FR_Swap message is sent).....	640

1. Introduction

USB has evolved from a data interface capable of supplying limited power to a primary provider of power with a data interface. Today many devices charge or get their power from USB ports contained in laptops, cars, aircraft or even wall sockets. USB has become a ubiquitous power socket for many small devices such as cell phones, MP3 players and other hand-held devices. Users need USB to fulfill their requirements not only in terms of data but also to provide power to, or charge, their devices simply, often without the need to load a driver, in order to carry out “traditional” USB functions.

There are, however, still many devices which either require an additional power connection to the wall, or exceed the USB rated current in order to operate. Increasingly, international regulations require better energy management due to ecological and practical concerns relating to the availability of power. Regulations limit the amount of power available from the wall which has led to a pressing need to optimize power usage. The USB Power Delivery Specification has the potential to minimize waste as it becomes a standard for charging devices that are not satisfied by [\[USBBC 1.2\]](#).

Wider usage of wireless solutions is an attempt to remove data cabling but the need for “tethered” charging remains. In addition, industrial design requirements drive wired connectivity to do much more over the same connector.

USB Power Delivery is designed to enable the maximum functionality of USB by providing more flexible power delivery along with data over a single cable. Its aim is to operate with and build on the existing USB ecosystem; increasing power levels from existing USB standards, for example Battery Charging, enabling new higher power use cases such as USB powered Hard Disk Drives (HDDs) and printers.

With USB Power Delivery the power direction is no longer fixed. This enables the product with the power (Host or Peripheral) to provide the power. For example, a display with a supply from the wall can power, or charge, a laptop. Alternatively, USB power bricks or chargers are able to supply power to laptops and other battery powered devices through their, traditionally power providing, USB ports.

USB Power Delivery enables hubs to become the means to optimize power management across multiple peripherals by allowing each device to take only the power it requires, and to get more power when required for a given application. For example, battery powered devices can get increased charging current and then give it back temporarily when the user’s HDD requires spinning up. **Optionally** the hubs can communicate with the PC to enable even more intelligent and flexible management of power either automatically or with some level of user intervention.

USB Power Delivery allows Low Power cases such as headsets to negotiate for only the power they require. This provides a simple solution that enables USB devices to operate at their optimal power levels.

The Power Delivery Specification, in addition to providing mechanisms to negotiate power also can be used as a side-band channel for standard and vendor defined messaging. Power Delivery enables alternative modes of operation by providing the mechanisms to discover, enter and exit Alternate Modes. The specification also enables discovery of cable capabilities such as supported speeds and current levels.

1.1 Overview

This specification defines how USB Devices can negotiate for more current and/or higher or lower voltages over the USB cable (using the USB Type-C® CC wire as the communications channel) than are defined in the [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 2.0\]](#) or [\[USBBC 1.2\]](#) specifications. It allows Devices with greater power requirements than can be met with today’s specification to get the power they require to operate from V_{BUS} and negotiate with external power sources (e.g. Wall Warts). In addition, it allows a Source and Sink to swap power roles such that a Device could supply power to the Host. For example, a display could supply power to a notebook to charge its battery.

The USB Power Delivery Specification is guided by the following principles:

- Works seamlessly with legacy USB Devices
- Compatible with existing spec-compliant USB cables
- Minimizes potential damage from non-compliant cables (e.g. ‘Y’ cables etc.)
- Optimized for low-cost implementations

This specification defines mechanisms to discover, enter and exit Modes defined either by a standard or by a particular vendor. These Modes can be supported either by the Port Partner or by a cable connecting the two Port Partners.

The specification defines mechanisms to discover the capabilities of cables which can communicate using Power Delivery.

This specification adds a mechanism to swap the data roles such that the upstream facing Port becomes the downstream facing Port and vice versa. It also enables a swap of the end supplying V_{CONN} to a powered cable.

To facilitate optimum charging, the specification defines two mechanisms a USB Charger can advertise for the Device to use:

1. A list of fixed voltages each with a maximum current. The Device selects a voltage and current from the list. This is the traditional model used by Devices that use internal electronics to manage the charging of their battery including modifying the voltage and current actually supplied to the battery. The side-effect of this model is that the charging circuitry generates heat that may be problematic for small form factor devices.
2. A list of programmable voltage ranges each with a maximum current (PPS). The Device requests a voltage (in 20 mV increments) that is within the advertised range and a maximum current. The USB Charger delivers the requested voltage until the maximum current is reached at which time the USB charger reduces its output voltage so as not to supply more than the requested maximum current. During the high current portion of the charge cycle, the USB Charger can be directly connected (through an appropriate safety device) to the battery. This model is used by Devices that want to minimize the thermal impact of their internal charging circuitry.

1.2 Purpose

The USB Power Delivery specification defines a power delivery system covering all elements of a USB system including: Hosts, Devices, Hubs, Chargers and cable assemblies. This specification describes the architecture, protocols, power supply behavior, connectors and cabling necessary for managing power delivery over USB at up to 100W. This specification is intended to be fully compatible and extend the existing USB infrastructure. It is intended that this specification will allow system OEMs, power supply and peripheral developers adequate flexibility for product versatility and market differentiation without losing backwards compatibility.

USB Power Delivery is designed to operate independently of the existing USB bus defined mechanisms used to negotiate power which are:

- [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#) in band requests for high power interfaces.
- [\[USBBC 1.2\]](#) mechanisms for supplying higher power (not mandated by this specification).
- [\[USB Type-C 2.0\]](#) mechanisms for supplying higher power

Initial operating conditions remain the USB Default Operation as defined in [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 2.0\]](#) or [\[USBBC 1.2\]](#).

- The DFP sources **vSafe5V** over V_{BUS} .
- The UFP consumes power from V_{BUS} .

1.3 Scope

This specification is intended as an extension to the existing [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 2.0\]](#) and [\[USBBC 1.2\]](#) specifications. It addresses only the elements required to implement USB Power Delivery. It is targeted at power supply vendors, manufacturers of [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 2.0\]](#) and [\[USBBC 1.2\]](#) Platforms, Devices and cable assemblies.

Normative information is provided to allow interoperability of components designed to this specification. Informative information, when provided, illustrates possible design implementation.

1.4 Conventions

1.4.1 Precedence

If there is a conflict between text, figures, and tables, the precedence **Shall** be tables, figures, and then text.

1.4.2 Keywords

The following keywords differentiate between the levels of requirements and options.

1.4.2.1 Conditional Normative

Conditional Normative is a keyword used to indicate a feature that is mandatory when another related feature has been implemented. Designers are mandated to implement all such requirements, when the dependent features have been implemented, to ensure interoperability with other compliant Devices.

1.4.2.2 Deprecated

Deprecated is a keyword used to indicate a feature, supported in previous releases of the specification, which is no longer supported.

1.4.2.3 Discarded

Discard, **Discards** and **Discarded** are equivalent keywords indicating that a Packet when received **Shall** be thrown away by the PHY Layer and not passed to the Protocol Layer for processing. No **GoodCRC** Message **Shall** be sent in response to the Packet.

1.4.2.4 Ignored

Ignore, **Ignores** and **Ignored** are equivalent keywords indicating Messages or Message fields which, when received, **Shall** result in no special action by the receiver. An **Ignored** Message **Shall** only result in returning a **GoodCRC** Message to acknowledge Message receipt. A Message with an **Ignored** field **Shall** be processed normally except for any actions relating to the **Ignored** field.

1.4.2.5 Invalid

Invalid is a keyword when used in relation to a Packet indicates that the Packet's usage or fields fall outside of the defined specification usage. When **Invalid** is used in relation to an Explicit Contract it indicates that a previously established Explicit Contract which can no longer be maintained by the Source. When **Invalid** is used in relation to individual K-codes or K-code sequences indicates that the received Signaling falls outside of the defined specification.

1.4.2.6 May

May is a keyword that indicates a choice with no implied preference.

1.4.2.7 May Not

May Not is a keyword that is the inverse of **May**. Indicates a choice to not implement a given feature with no implied preference.

1.4.2.8 N/A

N/A is a keyword that indicates that a field or value is not applicable and has no defined value and **Shall Not** be checked or used by the recipient.

1.4.2.9 Optional/Optionally/Optional Normative

Optional, **Optionally** and **Optional Normative** are equivalent keywords that describe features not mandated by this specification. However, if an **Optional** feature is implemented, the feature **Shall** be implemented as defined by this specification.

1.4.2.10 Reserved

Reserved is a keyword indicating reserved bits, bytes, words, fields, and code values that are set-aside for future standardization. Their use and interpretation **May** be specified by future extensions to this specification and **Shall Not** be utilized or adapted by vendor implementation. A **Reserved** bit, byte, word, or field **Shall** be set to zero by the sender and **Shall be Ignored** by the receiver. **Reserved** field values **Shall Not** be sent by the sender and **Shall be Ignored** by the receiver.

1.4.2.11 Shall/Normative

Shall and **Normative** are equivalent keywords indicating a mandatory requirement. Designers are mandated to implement all such requirements to ensure interoperability with other compliant Devices.

1.4.2.12 Shall Not

Shall Not is a keyword that is the inverse of **Shall** indicating non-compliant operation.

1.4.2.13 Should

Should is a keyword indicating flexibility of choice with a preferred alternative; equivalent to the phrase “it is recommended that...”.

1.4.2.14 Should Not

Should Not is a keyword is the inverse of **Should**; equivalent to the phrase “it is recommended that implementations do not...”.

1.4.2.15 Valid

Valid is a keyword that is the inverse of **Invalid** indicating either a Packet or Signaling that fall within the defined specification or an Explicit Contract that can be maintained by the Source.

1.4.3 Numbering

Numbers that are immediately followed by a lowercase “b” (e.g., 01b) are binary values. Numbers that are immediately followed by an uppercase “B” are byte values. Numbers that are immediately followed by a lowercase “h” (e.g., 3Ah) or are preceded by “0x” (e.g. 0xFF00) are hexadecimal values. Numbers not immediately followed by either a “b”, “B”, or “h” are decimal values.

1.5 Related Documents

- **[USB 2.0]** – Universal Serial Bus Specification, Revision 2.0, plus ECN and Errata http://www.usb.org/developers/docs/usb20_docs/.
- **[USB 3.2]** – Universal Serial Bus 3.2 Specification, Revision 1.0, September 22, 2017. www.usb.org/developers/docs/.
- **[USBTypeCAuthentication 1.0]**, Universal Serial Bus Type-C Authentication Specification, Revision 1.0, March 25, 2016. www.usb.org/developers/docs/.
- **[USBPdFirmwareUpdate 1.0]**, Universal Serial Bus Power Delivery Firmware Update Specification, Revision 1.0, September 15, 2016. <http://www.usb.org/developers/powerdelivery/>.
- **[USBBC 1.2]** – Universal Serial Bus Battery Charging Specification, Revision 1.2 plus Errata (referred to in this document as the Battery Charging specification). www.usb.org/developers/devclass_docs#approved.
- **[USBBridge 1.1]** – Universal Serial Bus Type-C Bridge Specification, Revision 1.1, October 10, 2017. www.usb.org/developers/docs/.
- **[USBTypeCBridge 1.0]** – Universal Serial Bus Type-C Bridge Specification, Revision 1.0, March 25, 2016. www.usb.org/developers/docs/.
- **[USBD 2.0]** – Universal Serial Bus Power Delivery Specification, Revision 2, Version 1.2, March 25, 2016. www.usb.org/developers/docs/.

- **[USBPDCompliance]** – USB Power Delivery Compliance Plan Revision 1.02, Version 2.0, 8 March 2017 http://www.usb.org/developers/docs/devclass_docs/.
- **[USB Type-C 2.0]** – Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification, Revision 2.0, TBD August 2019. www.usb.org/developers/docs.
- **[IEC 60958-1]** IEC 60958-1 Digital Audio Interface Part:1 General Edition 3.0 2008-09 www.iec.ch
- **[IEC 60950-1]** IEC 60950-1:2005 Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements: Amendment 1:2009, Amendment 2:2013
- **[IEC 62368-1]** IEC 62368-1 Audio/Video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements
- **[IEC 63002]** Draft CD for IEC 63002 Identification and Communication Interoperability Method for External DC Power Supplies Used with Portable Computing Devices.
- **[ISO 3166]** ISO 3166 international Standard for country codes and codes for their subdivisions. http://www.iso.org/iso/home/standards/country_codes.htm.
- **[USB4]** – Universal Serial Bus 4 Specification (USB4™), Version 1.0, August 2019. www.usb.org/developers/docs.
- **[DPTC1.0]** DisplayPort™ Alt Mode on USB Type-C® Standard, Version 1.0b, 03 November 2017. www.vesa.org.
- **[TBT3]** see **[USB4]** Chapter 13 for Thunderbolt™ 3 device operation.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTERFACES DE BUS UNIVERSEL EN SÉRIE POUR LES DONNÉES ET L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Partie 1-2: Composants communs – Spécification de l'alimentation électrique par port USB

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 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 62680-1-2 a été établie par le domaine technique 18: Systèmes et applications domestiques multimédia pour les 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 éditoriales 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
100/3440/CDV	100/3505/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 une série de spécifications qui ont été développées 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 l'alimentation électrique par port USB, révision 3.0, version 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 pour fournir une plateforme de soutien et de forum pour le progrès 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 CI-APRÈS 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 VAUT LA PEINE QUE VOUS CONCLUIEZ UN QUELCONQUE ACCORD USB ADOPTERS AGREEMENT OU QUE VOUS PARTICIPIEZ À L'USB IMPLEMENTERS FORUM.

Bus universel en série

Spécification de l'alimentation électrique

Révision: **3.0**

Version: **2.0**

Date de publication: **29 août 2019**

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 DE L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE PAR PORT USB 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 AVEC DES PRODUITS CONFORMES À LA SPÉCIFICATION. NONOBTANT 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 PROPRE NOM ET, SI VOUS LE FAITES EN QUALITÉ D'EMPLOYÉ, AU NOM DE VOTRE EMPLOYEUR.

DÉNI DE RESPONSABILITÉ SUR LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION VOUS EST FOURNIE "EN L'ÉTAT", SANS GARANTIE D'AUCUNE SORTE, EN CE COMPRIS TOUTE GARANTIE DE QUALITÉ MARCHANDE, DE NON-VIOLATION OU D'ADAPTATION 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 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.

Envoyer les commentaires par courrier électronique à techsup@usb.org

Pour plus d'informations, se rendre sur le site web de l'USB Implementers Forum à l'adresse <http://www.usb.org>

USB Type-C® et USB4™ sont des marques de l'Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF).
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 <http://usb.org/compliance> pour plus d'informations.

Tous les noms de produits sont des marques, des marques déposées ou des marques de service de leurs propriétaires respectifs.

Copyright © 2010-2019, USB 3.0 Promoter Group: Apple Inc., Hewlett-Packard Inc., Intel Corporation, Microsoft Corporation, Renesas, STMicroelectronics, and Texas Instruments.

All rights reserved.

Présidence

Alvin Cox

Bob Dunstan

Deric Waters

Ed Berrios

Rahman Ismail

Richard Petrie

Cabling Sub-Chair

Specification Chair/Protocol Subgroup Chair

PHY Chair

Power Supply Chair

System Policy Chair

Specification Chair/Device Policy Chair

Editeurs

Bob Dunstan

Richard Petrie

Participants

Charles Wang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Jie min	Cadence Design Systems, Inc.
Conrad Choy	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Mark Summers	Cadence Design Systems, Inc.
Dennis Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Michal Staworko	Cadence Design Systems, Inc.
Steve Sedio	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Sathish Kumar Ganesan	Cadence Design Systems, Inc.
Sunney Yang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Alessandro Ingrassia	Canova Tech
Vicky Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Andrea Colognese	Canova Tech
Joseph Scanlon	Advanced Micro Devices	Antonio Orzelli	Canova Tech
Caspar Lin	Allion Labs, Inc.	Davide Ghedin	Canova Tech
Casper Lee	Allion Labs, Inc.	Matteo Casalin	Canova Tech
Danny Shih	Allion Labs, Inc.	Michael Marioli	Canova Tech
Howard Chang	Allion Labs, Inc.	Nicola Scantamburlo	Canova Tech
Greg Stewart	Analogix Semiconductor, Inc.	Paolo Pilla	Canova Tech
Mehran Badii	Analogix Semiconductor, Inc.	Yi-Feng Lin	Canyon Semiconductor
Alexei Kosut	Apple	YuHung Lin	Canyon Semiconductor
Bill Cornelius	Apple	David Tsai	Chrontel, Inc.
Carlos Colderon	Apple	Anshul Gulati	Cypress Semiconductor
Chris Uiterwijk	Apple	Anup Nayak	Cypress Semiconductor
Colin Whitby-Stevens	Apple	Benjamin Kropf	Cypress Semiconductor
Corey Axelowitz	Apple	Dhanraj Rajput	Cypress Semiconductor
Corey Lange	Apple	Ganesh Subramaniam	Cypress Semiconductor
Dave Conroy	Apple	Jagadeesan Raj	Cypress Semiconductor
David Sekowski	Apple	Junjie cui	Cypress Semiconductor
Girault Jones	Apple	Manu Kumar	Cypress Semiconductor
James Orr	Apple	Muthu M	Cypress Semiconductor
Jason Chung	Apple	Nicholas Bodnaruk	Cypress Semiconductor
Jay Kim	Apple	Pradeep Bajpai	Cypress Semiconductor
Jeff Wilcox	Apple	Rajaram R	Cypress Semiconductor
Jennifer Tsai	Apple	Rama Vakkantula	Cypress Semiconductor
Karl Bowers	Apple	Rushil Kadakia	Cypress Semiconductor
Keith Porthouse	Apple	Simon Nguyen	Cypress Semiconductor
Kevin Hsiue	Apple	Steven Wong	Cypress Semiconductor
Matt Mora	Apple	Subu Sankaran	Cypress Semiconductor
Paul Baker	Apple	Sumeet Gupta	Cypress Semiconductor
Reese Schreiber	Apple	Tejender Sheoran	Cypress Semiconductor
Ruchi Chaturvedi	Apple	Venkat Mandagulathar	Cypress Semiconductor
Sameer Kelkar	Apple	Xiaofeng Shen	Cypress Semiconductor
Sasha Tietz	Apple	Zeng Wei	Cypress Semiconductor
Scott Jackson	Apple	Adie Tan	Dell Inc.
Sree Raman	Apple	Adolfo Montero	Dell Inc.
William Ferry	Apple	Bruce Montag	Dell Inc.
Zaki Moussaoui	Apple	Gary Verdun	Dell Inc.
Jeff Liu	ASMedia Technology Inc.	Marcin Nowak	Dell Inc.
Kuo Lung Li	ASMedia Technology Inc.	Merle Wood	Dell Inc.
Ming-Wei Hsu	ASMedia Technology Inc.	Mohammed Hijazi	Dell Inc.
PS Tseng	ASMedia Technology Inc.	Siddhartha Reddy	Dell Inc.
Sam Tzeng	ASMedia Technology Inc.	Bindhu Vasu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Thomas Hsu	ASMedia Technology Inc.	Chanchal Gupta	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weikao Chang	ASMedia Technology Inc.	Dipti Baheti	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Yang Cheng	ASMedia Technology Inc.	Duc Doan	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Shawn Meng	Bizlink Technology Inc.	Holger Petersen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Bernard Shyu	Bizlink Technology, Inc.	Jianming Yao	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Eric Wu	Bizlink Technology, Inc.	John Shi	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Morphy Hsieh	Bizlink Technology, Inc.	KE Hong	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Sean O'Neal	Bizlink Technology, Inc.	Kevin Mori	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Tiffany Hsiao	Bizlink Technology, Inc.	Larry Ping	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weichung Ooi	Bizlink Technology, Inc.	Mengfei Liu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Rahul Bhushan	Broadcom Corp.	Scott Brown	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Asila nahas	Cadence Design Systems, Inc.	Yimin Chen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Claire Ying	Cadence Design Systems, Inc.	Yong Li	Dialog Semiconductor (UK) Ltd

Dan Ellis	DisplayLink (UK) Ltd.	Alan Berkema	Hewlett Packard
Jason Young	DisplayLink (UK) Ltd.	Lee Atkinson	Hewlett Packard
Kevin Jacobs	DisplayLink (UK) Ltd.	Rahul Lakdawala	Hewlett Packard
Paulo Alcobia	DisplayLink (UK) Ltd.	Robin Castell	Hewlett Packard
Peter Burgers	DisplayLink (UK) Ltd.	Roger Benson	Hewlett Packard
Richard Petrie	DisplayLink (UK) Ltd.	Ron Schooley	Hewlett Packard
Abel Astley	Ellisys	Hideyuki HAYAFUJI	Hosiden Corporation
Chuck Trefts	Ellisys	Keiji Mine	Hosiden Corporation
Emmanuel Durin	Ellisys	Masaki YAMAOKA	Hosiden Corporation
Mario Pasquali	Ellisys	Takashi MUTO	Hosiden Corporation
Tim Wei	Ellisys	Yasunori NISHIKAWA	Hosiden Corporation
Chien-Cheng Kuo	Etron Technology, Inc.	Kenneth Chan	HP Inc.
Jack Yang	Etron Technology, Inc.	Lee Atkinson	HP Inc.
Richard Crisp	Etron Technology, Inc.	Steve Chen	HP Inc.
Shyanjia Chen	Etron Technology, Inc.	Suketu Partiwalla	HP Inc.
TsungTa Lu	Etron Technology, Inc.	Suketu Partiwalla	HP Inc.
Christian Klein	Fairchild Semiconductor	Vaibhav Malik	HP Inc.
Oscar Freitas	Fairchild Semiconductor	Walter Fry	HP Inc.
Souhib Harb	Fairchild Semiconductor	Bai Sean	Huawei Technologies Co., Ltd.
Amanda Ying	Feature Integration Technology Inc.	Chunjiang Zhao	Huawei Technologies Co., Ltd.
Jacky Chan	Feature Integration Technology Inc.	JianQuan Wu	Huawei Technologies Co., Ltd.
Kenny Hsieh	Feature Integration Technology Inc.	Li Zongjian	Huawei Technologies Co., Ltd.
KungAn Lin	Feature Integration Technology Inc.	Lihua Duan	Huawei Technologies Co., Ltd.
Paul Yang	Feature Integration Technology Inc.	Min Chen	Huawei Technologies Co., Ltd.
su Jaden	Feature Integration Technology Inc.	Wang Feng	Huawei Technologies Co., Ltd.
Yu-Lin Chu	Feature Integration Technology Inc.	Wei Haihong	Huawei Technologies Co., Ltd.
Yulin Lan	Feature Integration Technology Inc.	Robert Heaton	Indie Semiconductor
AJ Yang	Foxconn/Hon Hai	Vincent Wang	Indie Semiconductor
Bob Hall	Foxconn/Hon Hai	Sie Boo Chiang	Infineon Technologies
Fred Fons	Foxconn/Hon Hai	Tue Fatt David Wee	Infineon Technologies
Jie zheng	Foxconn/Hon Hai	Wee Tar Richard Ng	Infineon Technologies
Patrick Cashier	Foxconn/Hon Hai	Wolfgang Furtner	Infineon Technologies
Steve Sedio	Foxconn/Hon Hai	Bob Dunstan	Intel Corporation
Terry Little	Foxconn/Hon Hai	Brad Saunders	Intel Corporation
Bob McVay	Fresco Logic Inc.	Chee Lim Nge	Intel Corporation
Christopher Meyers	Fresco Logic Inc.	Christine Krause	Intel Corporation
Dian Kurniawan	Fresco Logic Inc.	Dan Froelich	Intel Corporation
Tom Burton	Fresco Logic Inc.	David Harriman	Intel Corporation
Adam Rodriguez	Google Inc.	David Hines	Intel Corporation
Alec Berg	Google Inc.	David Thompson	Intel Corporation
Dave Bernard	Google Inc.	Guobin Liu	Intel Corporation
David Schneider	Google Inc.	Harry Skinner	Intel Corporation
Jim Guerin	Google Inc.	Henrik Leegaard	Intel Corporation
Juan Fantin	Google Inc.	Jenn Chuan Cheng	Intel Corporation
Ken Wu	Google Inc.	Jervis Lin	Intel Corporation
Mark Hayter	Google Inc.	John Howard	Intel Corporation
Nithya Jagannathan	Google Inc.	Karthi Vadivelu	Intel Corporation
Srikanth Lakshmikanthan	Google Inc.	Leo Heiland	Intel Corporation
Todd Broch	Google Inc.	Maarit Harkonen	Intel Corporation
Toshak Singhal	Google Inc.	Nge Chee Lim	Intel Corporation
Vincent Palatin	Google Inc.	Paul Durley	Intel Corporation
Xuelin Wu	Google Inc.	Rahman Ismail	Intel Corporation
Alan Kinningham	Granite River Labs	Rajaram Regupathy	Intel Corporation
Balamurugan Manialagan	Granite River Labs	Ronald Swartz	Intel Corporation
Mike Engbretson	Granite River Labs	Sarah Sharp	Intel Corporation
Mike Wu	Granite River Labs	Scott Brenden	Intel Corporation
Mukesh Tatiya	Granite River Labs	Sridharan Ranganathan	Intel Corporation
Rajaraman V	Granite River Labs	Steve McGowan	Intel Corporation
Tim Lin	Granite River Labs	Tim McKee	Intel Corporation

© USB 3.0 Promoter Group: 2010-2019

Toby Opferman	Intel Corporation	Mark Bohm	Microchip Technology Inc.
Ziv Kabiry	Intel Corporation	Matthew Kalibat	Microchip Technology Inc.
Jia Wei	Intersil Corporation	Mick Davis	Microchip Technology Inc.
Al Hsiao	ITE Tech. Inc.	Prasanna Vengateshan	Microchip Technology Inc.
Greg Song	ITE Tech. Inc.	Rich Wahler	Microchip Technology Inc.
Richard Guo	ITE Tech. Inc.	Richard Petrie	Microchip Technology Inc.
Victor Lin	ITE Tech. Inc.	Ronald Kunin	Microchip Technology Inc.
Y.C. Chou	ITE Tech. Inc.	Shannon Cash	Microchip Technology Inc.
Kenta Minejima	Japan Aviation Electronics Industry Ltd (JAE)	Thomas Farkas	Microchip Technology Inc.
Mark Saubert	Japan Aviation Electronics Industry Ltd (JAE)	Andrew Yang	Microsoft Corporation
Toshio Shimoyama	Japan Aviation Electronics Industry Ltd (JAE)	Anthony Chen	Microsoft Corporation
Brian Fetz	Keysight Technologies Inc.	Arvind Murching	Microsoft Corporation
Jit Lim	Keysight Technologies Inc.	Dave Perchlik	Microsoft Corporation
Babu Mailachalam	Lattice Semiconductor Corp	David Voth	Microsoft Corporation
Gianluca Mariani	Lattice Semiconductor Corp	Geoff Shew	Microsoft Corporation
Joel Coplen	Lattice Semiconductor Corp	Jayson Kastens	Microsoft Corporation
Thomas Watza	Lattice Semiconductor Corp	Kai Inha	Microsoft Corporation
Vesa Lauri	Lattice Semiconductor Corp	Marwan Kadado	Microsoft Corporation
Keneth Kim	LG electronics	Michelle Bergeron	Microsoft Corporation
Bruce Chuang	Leadtrend	Rahul Ramadas	Microsoft Corporation
Eilian Liu	Leadtrend	Randy Aull	Microsoft Corporation
Daniel H Jacobs	LeCroy Corporation	Shiu Ng	Microsoft Corporation
Jake Jacobs	LeCroy Corporation	Timo Toivola	Microsoft Corporation
Kimberley McKay	LeCroy Corporation	Toby Nixon	Microsoft Corporation
Mike Micheletti	LeCroy Corporation	Vivek Gupta	Microsoft Corporation
Roy Chestnut	LeCroy Corporation	Yang You	Microsoft Corporation
Tyler Joe	LeCroy Corporation	Adib Al Abaji	Molex LLC
Phil Jakes	Lenovo	Aaron Xu	Monolithic Power Systems Inc.
Aaron Melgar	Lion Semiconductor	Bo Zhou	Monolithic Power Systems Inc.
Chris Zhou	Lion Semiconductor	Christian Sporck	Monolithic Power Systems Inc.
Sehyung Jeon	Lion Semiconductor	Di Han	Monolithic Power Systems Inc.
Wonyoung Kim	Lion Semiconductor	Zhihong Yu	Monolithic Power Systems Inc.
Yongho Kim	Lion Semiconductor	Dan Wagner	Motorola Mobility Inc.
Dave Thompson	LSI Corporation	Ben Crowe	MQP Electronics Ltd.
Alan Kinningham	Luxshare-ICT	Pat Crowe	MQP Electronics Ltd.
Daniel Chen	Luxshare-ICT	Sten Carlsen	MQP Electronics Ltd.
Eric Wen	Luxshare-ICT	Kenji Oguma	NEC Corporation
James Stevens	Luxshare-ICT	Frank Borngräber	Nokia Corporation
Josue Castillo	Luxshare-ICT	Kai Inha	Nokia Corporation
Pat Young	Luxshare-ICT	Pekka Leinonen	Nokia Corporation
Scott Shuey	Luxshare-ICT	Richard Petrie	Nokia Corporation
Chikara Kakizawa	Maxim Integrated Products	Sten Carlsen	Nokia Corporation
Jacob Scott	Maxim Integrated Products	Abhijeet Kulkarni	NXP Semiconductors
Ken Helfrich	Maxim Integrated Products	Ahmad Yazdi	NXP Semiconductors
Michael Miskho	Maxim Integrated Products	Bart Vertenten	NXP Semiconductors
Chris Yokum	MCCI Corporation	Dennis Ha	NXP Semiconductors
Geert Knapen	MCCI Corporation	Dong Nguyen	NXP Semiconductors
Terry Moore	MCCI Corporation	Guru Prasad	NXP Semiconductors
Velmurugan Selvaraj	MCCI Corporation	Ken Jaramillo	NXP Semiconductors
Satoru Kumashiro	MegaChips Corporation	Krishnan TN	NXP Semiconductors
Brian Marley	Microchip Technology Inc.	Michael Joehren	NXP Semiconductors
Dave Perchlik	Microchip Technology Inc.	Robert de Nie	NXP Semiconductors
Don Perkins	Microchip Technology Inc.	Rod Whitby	NXP Semiconductors
Fernando Gonzalez	Microchip Technology Inc.	Vijendra Kuroodi	NXP Semiconductors
John Sisto	Microchip Technology Inc.	Winston Langeslag	NXP Semiconductors
Josh Averyt	Microchip Technology Inc.	Robert Heaton	Obsidian Technology
Kiet Tran	Microchip Technology Inc.	Andrew Yoo	ON Semiconductor
		Brady Maasen	ON Semiconductor
		Bryan McCoy	ON Semiconductor

Christian Klein	ON Semiconductor	Matti Kulmala	Salcomp Plc
Cor Voorwinden	ON Semiconductor	Toni Lehimo	Salcomp Plc
Edward Berrios	ON Semiconductor	Tong Kim	Samsung Electronics Co. Ltd.
Michael Smith	ON Semiconductor	Alvin Cox	Seagate Technology LLC
Oscar Freitas	ON Semiconductor	Emmanuel Lemay	Seagate Technology LLC
Tom Duffy	ON Semiconductor	John Hein	Seagate Technology LLC
Craig Wiley	Parade Technologies Inc.	Marc Noblitt	Seagate Technology LLC
Aditya Kulkarni	Power Integrations	Michael Morgan	Seagate Technology LLC
Amruta Patra	Power Integrations	Ronald Rueckert	Seagate Technology LLC
Rahul Joshi	Power Integrations	Tony Priborsky	Seagate Technology LLC
Ricardo Pregiteer	Power Integrations	Chin Chang	Semtech Corporation
Shruti Anand	Power Integrations	Tom Farkas	Semtech Corporation
Amit Gupta	Qualcomm, Inc	Ning Dai	Silergy Corp.
George Paparizos	Qualcomm, Inc	Wanfeng Zhang	Silergy Corp.
Giovanni Garcea	Qualcomm, Inc	Kafai Leung	Silicon Laboratories, Inc.
Jack Pham	Qualcomm, Inc	Kok Hong Soh	Silicon Laboratories, Inc.
James Goel	Qualcomm, Inc	Sorin Badiu	Silicon Laboratories, Inc.
Joshua Warner	Qualcomm, Inc	Steven Ghang	Silicon Laboratories, Inc.
Karyn Vuong	Qualcomm, Inc	Abhishek Sardeshpande	SiliConch Systems Private Limited
Lalan Mishra	Qualcomm, Inc	Aniket Mathad	SiliConch Systems Private Limited
Vamsi Samavedam	Qualcomm, Inc	Chandana N	SiliConch Systems Private Limited
Vatsal Patel	Qualcomm, Inc	Jaswanth Ammineni	SiliConch Systems Private Limited
Chris Sporck	Qualcomm, Inc.	Jinisha Patel	SiliConch Systems Private Limited
Craig Aiken	Qualcomm, Inc.	Kaustubh Kumar	SiliConch Systems Private Limited
Narendra Mehta	Qualcomm, Inc.	Nitish Nitish	SiliConch Systems Private Limited
Terry Remple	Qualcomm, Inc.	Pavitra Balasubramanian	SiliConch Systems Private Limited
Will Kun	Qualcomm, Inc.	Rakesh Polasa	SiliConch Systems Private Limited
Yoram Rimoni	Qualcomm, Inc.	Satish Anand Verkila	SiliConch Systems Private Limited
Fan-Hau Hsu	Realtek Semiconductor Corp.	Shubham Paliwal	SiliConch Systems Private Limited
Tsung-Peng Chuang	Realtek Semiconductor Corp.	Vishnu Pusuluri	SiliConch Systems Private Limited
Atsushi Mitamura	Renesas Electronics Corp.	John Sisto	SMSC
Bob Dunstan	Renesas Electronics Corp.	Ken Gay	SMSC
Brian Allen	Renesas Electronics Corp.	Mark Bohm	SMSC
Dan Aoki	Renesas Electronics Corp.	Richard Wahler	SMSC
Hajime Nozaki	Renesas Electronics Corp.	Shannon Cash	SMSC
John Carpenter	Renesas Electronics Corp.	Tim Knowlton	SMSC
Kiichi Muto	Renesas Electronics Corp.	William Chiechi	SMSC
Masami Katagiri	Renesas Electronics Corp.	Shigenori Tagami	Sony Corporation
Nobuo Furuya	Renesas Electronics Corp.	Shinichi Hirata	Sony Corporation
Patrick Yu	Renesas Electronics Corp.	Amanda Hosler	Specwerkz
Peter Teng	Renesas Electronics Corp.	Bob Dunstan	Specwerkz
Philip Leung	Renesas Electronics Corp.	Diane Lenox	Specwerkz
Steve Roux	Renesas Electronics Corp.	Michael Munn	StarTech.com Ltd.
Tetsu Sato	Renesas Electronics Corp.	Fabien Friess	ST-Ericsson
Toshifumi Yamaoka	Renesas Electronics Corp.	Giuseppe Platania	ST-Ericsson
Chunan Kuo	Richtek Technology Corporation	Jean-Francois Gatto	ST-Ericsson
Heinz Wei	Richtek Technology Corporation	Milan Stamenkovic	ST-Ericsson
TZUHSIEN CHUANG	Richtek Technology Corporation	Nicolas Florenchie	ST-Ericsson
Tatsuya Irisawa	Ricoh Company Ltd.	Patrizia Milazzo	ST-Ericsson
Akihiro Ono	Rohm Co. Ltd.	Christophe Cochard	STMicroelectronics
Chris Lin	Rohm Co. Ltd.	Christophe Lorin	STMicroelectronics
Hidenori Nishimoto	Rohm Co. Ltd.	Filippo Bonaccorso	STMicroelectronics
Kris Bahar	Rohm Co. Ltd.	Jessy Guilbot	STMicroelectronics
Manabu Miyata	Rohm Co. Ltd.	Joel Huloux	STMicroelectronics
Ruben Balbuena	Rohm Co. Ltd.	John Bloomfield	STMicroelectronics
Takashi Sato	Rohm Co. Ltd.	Massimo Panzica	STMicroelectronics
Vijendra Kuroodi	Rohm Co. Ltd.	Meriem Mersel	STMicroelectronics
Yusuke Kondo	Rohm Co. Ltd.	Nathalie Ballot	STMicroelectronics
Kazuomi Nagai	ROHM Co., Ltd.	Pascal Legrand	STMicroelectronics

© USB 3.0 Promoter Group: 2010-2019

Patrizia Milazzo	STMicroelectronics
Richard O'Connor	STMicroelectronics
Morten Christiansen	Synopsys, Inc.
Nivin George	Synopsys, Inc.
Zongyao Wen	Synopsys, Inc.
Joan Marrinan	Tektronix
Kimberley McKay	Teledyne-LeCroy
Matthew Dunn	Teledyne-LeCroy
Tony Minchell	Teledyne-LeCroy
Anand Dabak	Texas Instruments
Bill Waters	Texas Instruments
Bing Lu	Texas Instruments
Deric Waters	Texas Instruments
Grant Ley	Texas Instruments
Gregory Watkins	Texas Instruments
Ingolf Frank	Texas Instruments
Ivo Huber	Texas Instruments
Javed Ahmad	Texas Instruments
Jean Picard	Texas Instruments
John Perry	Texas Instruments
Martin Patoka	Texas Instruments
Mike Campbell	Texas Instruments
Scott Jackson	Texas Instruments
Shafiuddin Mohammed	Texas Instruments
Srinath Hosur	Texas Instruments
Steven Tom	Texas Instruments
Yoon Lee	Texas Instruments
Tim Wilhelm	The Silanna Group Pty. Ltd.
Tod Wolf	The Silanna Group Pty. Ltd.
Chris Yokum	Total Phase
Brad Cox	Ventev Mobile
Colin Vose	Ventev Mobile
Dydron Lin	VIA Technologies, Inc.
Fong-Jim Wang	VIA Technologies, Inc.
Jay Tseng	VIA Technologies, Inc.
Rex Chang	VIA Technologies, Inc.
Terrance Shih	VIA Technologies, Inc.
Ho Wen Tsai	Weltrend Semiconductor
Hung Chiang	Weltrend Semiconductor
Jeng Cheng Liu	Weltrend Semiconductor
Priscilla Lee	Weltrend Semiconductor
Wayne Lo	Weltrend Semiconductor
Charles Neumann	Western Digital Technologies, Inc.
Curtis Stevens	Western Digital Technologies, Inc.
John Maroney	Western Digital Technologies, Inc.
Joe O'Brien	Wilder Technologies
Will Miller	Wilder Technologies
Juejia Zhou	Xiaomi Communications Co., Ltd.
Xiaoxing Yang	Xiaomi Communications Co., Ltd.

Historique des révisions

Révision	Version	Commentaires	Date de publication
1.0	1.0	Version initiale Révision 1.0	5 juillet 2012
1.0	1.1	Y compris errata jusqu'au 31 octobre 2012	31 octobre 2012
1.0	1.2	Y compris errata jusqu'au 26 juin 2013	26 juin 2013
1.0	1.3	Y compris errata jusqu'au 11 mars 2014	11 mars 2014
2.0	1.0	Version initiale Révision 2.0	11 août 2014
2.0	1.1	Y compris errata jusqu'au 7 mai 2015	7 mai 2015
2.0	1.2	Y compris errata jusqu'au 25 mars 2016	25 mars 2016
2.0	1.3	Y compris errata jusqu'au 11 janvier 2017	11 janvier 2017
3.0	1.0	Version initiale Révision 3.0	11 décembre 2015
3.0	1.0a	Y compris errata jusqu'au 25 mars 2016	25 mars 2016
3.0	1.1	Y compris errata jusqu'au 12 janvier 2016	12 janvier 2017
3.0	1.2	Y compris errata jusqu'au 21 juin 2018	21 juin 2018
3.0	2.0	Y compris errata jusqu'au 29 août 2019	29 août 2019

Sommaire

AVANT-PROPOS	644
INTRODUCTION.....	646
DÉNI DE RESPONSABILITÉ SUR LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE	648
Présidence	650
Editeurs.....	650
Participants.....	650
Historique des révisions	656
Sommaire.....	657
Tableaux	666
Figures	672
1. Introduction	682
1.1 Vue d'ensemble.....	682
1.2 Objet.....	683
1.3 Domaine d'application	684
1.4 Conventions.....	684
1.4.1 Ordre de priorité	684
1.4.2 Mots-clés.....	684
1.4.3 Numérotation	686
1.5 Documents connexes	686
1.6 Termes et abréviations	686
1.7 Valeurs de paramètres	695
1.8 Modifications par rapport à la révision 2.0	696
1.9 Compatibilité avec la révision 2.0	696
2. Vue d'ensemble	697
2.1 Introduction	697
2.2 Vue d'ensemble des sections.....	698
2.3 Compatibilité avec la révision 2.0	700
2.4 Dispositifs aptes à l'alimentation électrique par port USB.....	700
2.5 Communication SOP*.....	701

2.5.1	Introduction	701
2.5.2	SOP* anticollision.....	701
2.5.3	Communication SOP	702
2.5.4	Communication SOP'/SOP'' avec des fiches de câbles.....	702
2.6	Vue d'ensemble du fonctionnement.....	704
2.6.1	Fonctionnement de la source.....	704
2.6.2	Fonctionnement du destinataire	707
2.6.3	Fiches de câbles	709
2.7	Vue d'ensemble de l'architecture	710
2.7.1	Politique.....	713
2.7.2	Formation et transmission des messages.....	714
2.7.3	Anticollision	714
2.7.4	Alimentation	715
2.7.5	DFP/UFP	715
2.7.6	Câble et connecteurs.....	716
2.7.7	Interactions entre dispositifs non PD, BC et PD	716
2.7.8	Règles d'alimentation.....	716
3.	Assemblages de câbles et connecteurs USB Type-A et USB Type-B	717
4.	Exigences électriques.....	718
4.1	Interopérabilité avec les autres spécifications USB.....	718
4.2	Détection de batterie déchargée/Détection de port non alimenté.....	718
4.3	Chute de tension ohmique d'un câble par rapport à la masse (chute de tension ohmique)	718
4.4	Détection du type de câble	718
5.	Couche physique	720
5.1	Vue d'ensemble de la couche physique.....	720
5.2	Fonctions de la couche physique.....	720
5.3	Codage de symboles	721
5.4	Ensembles ordonnés.....	723
5.5	Ordonnancement des bits transmis	724
5.6	Format de paquet.....	725
5.6.1	Mise en trames des paquets	726
5.6.2	CRC	728
5.6.3	Erreurs de détection de paquet.....	730
5.6.4	Réinitialisation matérielle.....	730

5.6.5	Réinitialisation de câble	731
5.7	Anticollision.....	732
5.8	Schéma de signalisation Biphase Mark Coding (BMC)	733
5.8.1	Encodage et signalisation	733
5.8.2	Masques d'émission et de réception	737
5.8.3	Modèle de charge d'émetteur	744
5.8.4	Spécifications BMC communes.....	745
5.8.5	Spécifications pour l'émetteur BMC.....	746
5.8.6	Spécifications BMC pour le récepteur	749
5.9	Autotest intégré (BIST).....	753
5.9.1	Mode porteur BIST	753
5.9.2	BIST Test Data.....	753
6.	Couche protocole	754
6.1	Vue d'ensemble.....	754
6.2	Messages.....	754
6.2.1	Construction des messages.....	754
6.3	Message de contrôle.....	767
6.3.1	Message GoodCRC.....	768
6.3.2	Message GotoMin.....	768
6.3.3	Message Accept.....	769
6.3.4	Message Reject.....	769
6.3.5	Message Ping.....	769
6.3.6	Message PS_RDY	770
6.3.7	Message Get_Source_Cap	770
6.3.8	Message Get_Sink_Cap.....	770
6.3.9	Message DR_Swap.....	770
6.3.10	Message PR_Swap	771
6.3.11	Message VCONN_Swap	771
6.3.12	Message Wait.....	772
6.3.13	Message Soft Reset	773
6.3.14	Message Data_Reset	774
6.3.15	Message Data_Reset_Complete.....	775
6.3.16	Message Not_Supported.....	775
6.3.17	Message Get_Source_Cap_Extended	775
6.3.18	Message Get_Status	775

6.3.19	Message FR_Swap	775
6.3.20	Get_PPS_Status	776
6.3.21	Get_Country_Codes	776
6.3.22	Message Get_Sink_Cap_Extended	776
6.4	Message de données	776
6.4.1	Message de capacités	777
6.4.2	Message de demande	788
6.4.3	Message BIST	793
6.4.4	Message Vendor Defined	796
6.4.5	Message Battery_Status	829
6.4.6	Message d'alerte	831
6.4.7	Message Get_Country_Info	833
6.4.8	Message Enter_USB	833
6.5	Message étendu	836
6.5.1	Message Source_Capabilities_Extended	837
6.5.2	Message Status	842
6.5.3	Message Get_Battery_Cap	846
6.5.4	Message Get_Battery_Status	846
6.5.5	Message Battery_Capabilities	847
6.5.6	Message Get_Manufacturer_Info	848
6.5.7	Message Manufacturer_Info	849
6.5.8	Messages de sécurité	850
6.5.9	Messages de mise à jour du micrologiciel	851
6.5.10	Message PPS_Status	852
6.5.11	Message Country_Codes	854
6.5.12	Message Country_Info	854
6.5.13	Message Sink_Capabilities_Extended	855
6.6	Temporisateurs	859
6.6.1	CRCReceiveTimer	859
6.6.2	SenderResponseTimer	860
6.6.3	Temporisateurs de capacité	860
6.6.4	Temporisateurs d'attente et temps d'attente	861
6.6.5	Temporisateurs d'alimentation électrique	861
6.6.6	NoResponseTimer	863
6.6.7	Temporisateurs BIST	863
6.6.8	Temporisateurs de permutation des rôles d'alimentation	864

6.6.9	Temporisateurs de réinitialisation logicielle	864
6.6.10	Temporisateurs de réinitialisation des données	864
6.6.11	Temporisateurs de réinitialisation matérielle.....	865
6.6.12	Temporisateurs de VDM structuré	866
6.6.13	Temporisateurs de VCONN	867
6.6.14	tCableMessage.....	867
6.6.15	DiscoverIdentityTimer	867
6.6.16	Temporisateurs anticollisions.....	868
6.6.17	Temporisateurs de permutation rapide des rôles	868
6.6.18	Temporisateurs de fragmentation.....	868
6.6.19	Temporisateurs d'alimentation électrique programmable.....	869
6.6.20	tEnterUSB.....	870
6.6.21	Valeurs de temporisation et temporisateurs	870
6.7	Compteurs.....	874
6.7.1	Compteur MessageID	874
6.7.2	Compteur de relances	874
6.7.3	Compteur de réinitialisations matérielles	875
6.7.4	Compteur de capacités.....	875
6.7.5	Compteur de découvertes d'identités	875
6.7.6	VDMBusyCounter.....	875
6.7.7	Valeurs de compteurs et compteurs	875
6.8	Réinitialisation	876
6.8.1	Réinitialisation logicielle et erreur de protocole	876
6.8.2	Réinitialisation des données	878
6.8.3	Réinitialisation matérielle.....	879
6.8.4	Réinitialisation de câble	879
6.9	Anticollision.....	880
6.10	Rejet de message	880
6.11	Comportement d'état.....	881
6.11.1	Présentation des diagrammes d'état utilisés au Chapitre 6.....	881
6.11.2	Fonctionnement d'état.....	882
6.11.3	Liste des états de la couche protocole.....	910
6.12	Applicabilité des messages.....	912
6.12.1	Applicabilité des messages de contrôle.....	913
6.12.2	Applicabilité des messages de données.....	914
6.12.3	Applicabilité des messages étendus.....	915

6.12.4	Applicabilité des commandes de VDM structuré.....	916
6.12.5	Applicabilité des signaux de réinitialisation.....	917
6.12.6	Applicabilité des signaux de permutation rapide des rôles	918
6.13	Paramètres de valeur	918
7.	Alimentation	919
7.1	Exigences relatives à la source	919
7.1.1	Aspects comportementaux	919
7.1.2	Capacité de masse de la source	919
7.1.3	Types de sources.....	920
7.1.4	Transitions de source.....	920
7.1.5	Réponse aux réinitialisations matérielles.....	929
7.1.6	Modification de la capacité de puissance de sortie.....	930
7.1.7	Fonctionnement robuste de la source.....	930
7.1.8	Tolérance et plage de tensions de sortie.....	931
7.1.9	Charge et décharge de la capacité de masse sur V_{BUS}	933
7.1.10	Veille de permutation pour les sources.....	933
7.1.11	Fonctionnement en courant de crête de la source.....	933
7.1.12	Paramètres étendus des capacités de source.....	934
7.1.13	Permutation rapide des rôles	937
7.1.14	Non application des limites de la vitesse de balayage de V_{BUS}	939
7.1.15	Cycle d'alimentation V_{CONN}	940
7.2	Exigences relatives au destinataire	941
7.2.1	Aspects comportementaux	941
7.2.2	Capacité de masse du destinataire.....	941
7.2.3	Veille du destinataire.....	942
7.2.4	Consommation électrique pendant la veille	943
7.2.5	Courant négocié à zéro	943
7.2.6	Comportement de charge transitoire	943
7.2.7	Veille de permutation pour les destinataires.....	943
7.2.8	Fonctionnement en courant de crête du destinataire	943
7.2.9	Fonctionnement robuste du destinataire	944
7.2.10	Permutation rapide des rôles	945
7.3	Transitions.....	947
7.3.1	Augmentation du courant.....	948
7.3.2	Augmentation de la tension.....	951

7.3.3	Augmentation de la tension et du courant	954
7.3.4	Augmentation de la tension et diminution du courant	957
7.3.5	Diminution de la tension et augmentation du courant	960
7.3.6	Diminution du courant	963
7.3.7	Diminution de la tension.....	966
7.3.8	Diminution de la tension et du courant.....	969
7.3.9	Permutation des rôles d'alimentation demandée par le destinataire	972
7.3.10	Permutation des rôles d'alimentation demandée par la source	976
7.3.11	Diminution de courant GotoMin.....	980
7.3.12	Réinitialisation matérielle déclenchée par la source	983
7.3.13	Réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire	986
7.3.14	Pas de variation de courant ou de tension	989
7.3.15	Permutation rapide des rôles	992
7.3.16	Augmentation de la tension d'alimentation électrique programmable	995
7.3.17	Diminution de la tension d'alimentation électrique programmable.....	997
7.3.18	Modification du PDO ou de l'APDO source.....	999
7.3.19	Augmentation du courant d'alimentation électrique programmable.....	1002
7.3.20	Diminution du courant d'alimentation électrique programmable.....	1003
7.3.21	Demande identique d'alimentation électrique programmable	1006
7.4	Paramètres électriques.....	1007
7.4.1	Paramètres électriques de la source.....	1007
7.4.2	Paramètres électriques du destinataire	1013
7.4.3	Paramètres électriques communs	1015
8.	Politique d'utilisation des dispositifs.....	1016
8.1	Vue d'ensemble.....	1016
8.2	Gestionnaire de politique d'utilisation des dispositifs	1016
8.2.1	Capacités.....	1018
8.2.2	Politique système.....	1018
8.2.3	Contrôle de la source/du destinataire	1018
8.2.4	Détection de câble.....	1019
8.2.5	Gestion des exigences d'alimentation	1019
8.2.6	Utilisation du bit "Unconstrained Power" avec les batteries et les alimentations en courant alternatif.....	1021
8.2.7	Interface avec le moteur de politique.....	1024
8.3	Moteur de politique.....	1026
8.3.1	Introduction	1026

8.3.2	Schémas de séquence atomique de messages.....	1026
8.3.3	Diagrammes d'états	1248
9.	Etats et rapport de statut	1369
9.1	Vue d'ensemble.....	1369
9.1.1	Exigences relatives au dispositif et au hub PDUSB.....	1372
9.1.2	Mise en correspondance vers les états du dispositif USB.....	1372
9.1.3	Pile de logiciels PD.....	1375
9.1.4	Enumération du dispositif PDUSB.....	1376
9.2	Descripteurs spécifiques à l'alimentation USB.....	1378
9.2.1	Descripteur de capacité USB Power Delivery	1378
9.2.2	Descripteur de capacité Battery Info	1380
9.2.3	Descripteur de capacité PD Consumer Port.....	1380
9.2.4	Descripteur de capacité PD Provider Port.....	1381
9.3	Demandes et événements spécifiques à l'alimentation USB.....	1383
9.3.1	Demandes spécifiques à l'alimentation USB.....	1383
9.4	Demandes de hub PDUSB et de dispositifs périphériques PDUSB.....	1384
9.4.1	GetBatteryStatus	1384
9.4.2	SetPDFeature	1385
10.	Règles d'alimentation.....	1388
10.1	Introduction	1388
10.2	Règles d'alimentation de la source	1388
10.2.1	Considérations relatives aux règles d'alimentation de la source.....	1388
10.2.2	Tensions et courants normalisés.....	1389
10.2.3	Tensions/courants facultatifs.....	1392
10.2.4	Partage de puissance entre les ports	1394
10.3	Règles d'alimentation du destinataire.....	1394
10.3.1	Considérations relatives aux règles d'alimentation du destinataire.....	1394
10.3.2	Règles normatives du destinataire	1394
A.	Calcul de CRC	1396
A.1	Exemple de code C.....	1396
A.2	Tableau présentant le calcul complet sur un message	1398
B.	Exemples de séquence de messages PD	1399
B.1	Alimentation externe fournie en aval	1399
B.2	Alimentation externe fournie en amont	1404
B.3	Rendu de puissance.....	1413

C. Exemples de commande VDM 1428

C.1	Exemple de découverte d'identité.....	1428
C.1.1	Demande de commande de découverte d'identité.....	1428
C.1.2	Réponse de commande de découverte d'identité – Câble actif.....	1428
C.1.3	Réponse de commande de découverte d'identité – Hub	1430
C.2	Exemple de découverte de SVID	1431
C.2.1	Demande de commande de découverte de SVID	1431
C.2.1	Réponse de commande de découverte de SVID	1431
C.3	Exemple de découverte de modes.....	1433
C.3.1	Demande de commande de découverte de modes.....	1433
C.3.2	Réponse de commande de découverte de modes.....	1433
C.4	Exemple d'entrée dans un mode.....	1435
C.4.1	Demande de commande d'entrée dans un mode.....	1435
C.4.2	Réponse de commande d'entrée dans un mode.....	1435
C.4.1	Demande de commande d'entrée dans un mode avec VDO supplémentaire	1436
C.5	Exemple de sortie d'un mode.....	1437
C.5.1	Demande de commande de sortie d'un mode.....	1437
C.5.2	Réponse de commande de sortie d'un mode.....	1437
C.6	Exemple d'attention.....	1439
C.6.1	Demande de commande Attention	1439
C.6.2	Demande de commande Attention avec VDO supplémentaire.....	1439

D. Exemple de conception de récepteur BMC 1441

D.1	Schéma des différences finies	1441
D.1.1	Exemple de circuits.....	1441
D.1.2	Théorie	1441
D.1.3	Récupération des données.....	1444
D.1.4	Zone de bruit et zone de détection	1445
D.2	Schéma de soustraction.....	1445
D.2.1	Exemple de circuits.....	1445
D.2.2	Sortie de chaque bloc de circuits.....	1446
D.2.3	Sortie du soustracteur au niveau de la source d'alimentation et du destinataire d'alimentation.....	1447
D.2.4	Zone de bruit et zone de détection	1447

E. Exemple de FRS au niveau du système..... 1448

E.1	Vue d'ensemble.....	1448
-----	---------------------	------

E.2	Configuration initiale de FRS.....	1451
E.3	Processus de permutation rapide des rôles.....	1453

Tableaux

Tableau 1-1	Termes et abréviations	687
Tableau 5-1	Tableau de codage de symboles 4b5b	721
Tableau 5-2	Ensembles ordonnés	723
Tableau 5-3	Validation d'ensembles ordonnés	724
Tableau 5-4	Taille des données.....	724
Tableau 5-5	Ensemble ordonné SOP.....	726
Tableau 5-6	Ensemble ordonné SOP'	727
Tableau 5-7	Ensemble ordonné SOP"	727
Tableau 5-8	Ensemble ordonné SOP'_Debug	728
Tableau 5-9	Ensemble ordonné SOP" _Debug	728
Tableau 5-10	Mise en correspondance du CRC-32	729
Tableau 5-11	Ensemble ordonné Hard Reset	730
Tableau 5-12	Ensemble ordonné Cable Reset	731
Tableau 5-13	Valeurs de Rp utilisées pour éviter les collisions	733
Tableau 5-14	Définition de masque BMC Tx, valeurs de X.....	738
Tableau 5-15	Définition de masque BMC Tx, valeurs de Y.....	739
Tableau 5-16	Définition de masque BMC Rx	743
Tableau 5-17	Exigences normatives BMC communes.....	746
Tableau 5-18	Exigences normatives pour l'émetteur BMC.....	746
Tableau 5-19	Exigences normatives BMC pour le récepteur	749
Tableau 6-1	En-tête de message	756
Tableau 6-2	Interopérabilité des révisions pendant un contrat explicite.....	759
Tableau 6-3	En-tête de message étendu.....	760
Tableau 6-4	Utilisation du bit Unchunked Message Supported.....	762
Tableau 6-5	Types de messages de contrôle	767
Tableau 6-6	Types de messages de données	777
Tableau 6-7	Objet de données d'alimentation	779
Tableau 6-8	Objet de données d'alimentation augmentée.....	779
Tableau 6-9	PDO d'alimentation électrique fixe - Source.....	781
Tableau 6-10	Capacité de courant de crête d'une source d'alimentation fixe.....	783
Tableau 6-11	PDO d'alimentation électrique variable (batterie exceptée) - Source.....	784
Tableau 6-12	PDO d'alimentation électrique par batterie - Source.....	784
Tableau 6-13	APDO d'alimentation électrique programmable - Source.....	784

Tableau 6-14 PDO d'alimentation électrique fixe - Destinataire.....	786
Tableau 6-15 PDO d'alimentation électrique variable (batterie exceptée) - Destinataire	787
Tableau 6-16 PDO d'alimentation par batterie - Destinataire.....	788
Tableau 6-17 APDO d'alimentation électrique programmable - Destinataire	788
Tableau 6-18 Objet de données de demande fixe et variable	789
Tableau 6-19 Objets de données de demande fixe et variable avec prise en charge de GiveBack.....	789
Tableau 6-20 Objets de données de demande de batterie	789
Tableau 6-21 Objet de données de demande de batterie avec prise en charge de GiveBack.....	790
Tableau 6-22 Objet de données de demande programmable.....	790
Tableau 6-23 Objet de données BIST.....	794
Tableau 6-24 En-tête de VDM non structuré.....	797
Tableau 6-25 En-tête de VDM structuré.....	798
Tableau 6-26 Commandes relatives au VDM structuré.....	799
Tableau 6-27 Valeurs de SVID.....	800
Tableau 6-28 Commandes et réponses.....	802
Tableau 6-29 VDO d'en-tête d'ID	804
Tableau 6-30 Types de produits (UFP).....	805
Tableau 6-31 Types de produits (fiche de câble)	806
Tableau 6-32 Types de produits (DFP).....	806
Tableau 6-33 VDO Cert Stat	807
Tableau 6-34 VDO de produit.....	807
Tableau 6-35 VDO d'UFP 1	807
Tableau 6-36 VDO d'UFP 2	808
Tableau 6-37 VDO de DFP.....	809
Tableau 6-38 VDO de câble passif.....	810
Tableau 6-39 VDO Active Cable 1.....	812
Tableau 6-40 VDO Active Cable 2.....	815
Tableau 6-41 VDO d'AMA.....	817
Tableau 6-42 VDO d'VPD.....	818
Tableau 6-43 VDO de répondeur de découverte de SVID.....	820
Tableau 6-44 Objet de données de statut de batterie (BSDO).....	830
Tableau 6-45 Objet de données d'alerte.....	831
Tableau 6-46 Objet de données de code pays.....	833
Tableau 6-47 Objet de données Enter_USB.....	834
Tableau 6-48 Types de messages étendus	836
Tableau 6-49 Bloc de données étendues de capacités de source (SCEDB).....	837
Tableau 6-50 Bloc de données de statut SOP (SDB).....	842
Tableau 6-51 Bloc de données de statut SOP'/SOP" (SDB).....	845

Tableau 6-52 Bloc de données d'obtention de capacités de batterie (GBCDB)	846
Tableau 6-53 Bloc de données d'obtention de statut de batterie (GBSDB)	847
Tableau 6-54 Bloc de données de capacité de batterie (BCDB)	847
Tableau 6-55 Bloc de données d'obtention d'informations de fabricant (GMIDB)	848
Tableau 6-56 Bloc de données d'informations de fabricant (MIDB)	849
Tableau 6-57 Bloc de données de statut PPS (PPSSDB)	853
Tableau 6-58 Bloc de données de codes pays (CCDB)	854
Tableau 6-59 Bloc de données d'informations de pays (CIDB)	855
Tableau 6-60 Bloc de données étendues de capacités de destinataire (SCEDB)	856
Tableau 6-61 Valeurs de temporisation	871
Tableau 6-62 Temporisateurs	872
Tableau 6-63 Paramètres des compteurs	876
Tableau 6-64 Compteurs	876
Tableau 6-65 Réponse à un message entrant (hors VDM)	877
Tableau 6-66 Réponse à un VDM entrant	878
Tableau 6-67 Rejet de message	880
Tableau 6-68 Etats de la couche protocole	910
Tableau 6-69 Applicabilité des messages de contrôle	913
Tableau 6-70 Applicabilité des messages de données	914
Tableau 6-71 Applicabilité des messages étendus	915
Tableau 6-72 Applicabilité des commandes de VDM structuré	917
Tableau 6-73 Applicabilité des signaux de réinitialisation	917
Tableau 6-74 Applicabilité des signaux de permutation rapide des rôles	918
Tableau 6-75 Paramètres de valeur	918
Tableau 7-1 Description de séquence d'augmentation du courant	950
Tableau 7-2 Description de séquence d'augmentation de la tension	953
Tableau 7-3 Description de séquence d'augmentation de la tension et du courant	956
Tableau 7-4 Description de séquence d'augmentation de la tension et de diminution du courant	959
Tableau 7-5 Description de séquence de diminution de la tension et d'augmentation du courant	962
Tableau 7-6 Description de séquence de diminution du courant	965
Tableau 7-7 Description de séquence de diminution de la tension	968
Tableau 7-8 Description de séquence de diminution de la tension et du courant	971
Tableau 7-9 Description de séquence pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par le destinataire	974
Tableau 7-10 Description de séquence pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par la source	978
Tableau 7-11 Description de séquence de diminution de courant GotoMin	982
Tableau 7-12 Description de séquence pour une réinitialisation matérielle déclenchée par la source	985

Tableau 7-13 Description de séquence pour une réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire	988
Tableau 7-14 Description de séquence en cas d'absence de variation de courant ou de tension.....	991
Tableau 7-15 Description de séquence pour la permutation rapides de rôles.....	993
Tableau 7-16 Description de séquence d'augmentation de la tension d'alimentation électrique programmable.....	996
Tableau 7-17 Description de séquence de diminution de la tension d'alimentation électrique programmable.....	998
Tableau 7-18 Description de séquence de modification du PDO ou de l'APDO source.....	1000
Tableau 7-19 Description de séquence d'augmentation du courant en mode PPS.....	1003
Tableau 7-20 Description de séquence de diminution du courant en mode PPS.....	1005
Tableau 7-21 Description de séquence d'augmentation du courant en mode PPS.....	1007
Tableau 7-22 Paramètres électriques de la source	1007
Tableau 7-23 Paramètres électriques du destinataire.....	1013
Tableau 7-24 Paramètres électriques communs source/destinataire	1015
Tableau 8-1 Flux de messages de base.....	1027
Tableau 8-2 Problèmes potentiels dans le flux de messages de base	1029
Tableau 8-3 Flux de messages de base avec défaillance CRC.....	1031
Tableau 8-4 AMS interruptible et non interruptible.....	1032
Tableau 8-5 Etapes d'une négociation de puissance réussie	1035
Tableau 8-6 Etapes d'une négociation GotoMin	1040
Tableau 8-7 Etapes d'une négociation de puissance réussie	1043
Tableau 8-8 Etapes d'une réinitialisation logicielle	1046
Tableau 8-9 Etapes d'une réinitialisation des données initiée par le DFP, où le DFP est la source Vconn	1049
Tableau 8-10 Etapes de la réception d'une réinitialisation des données par le DFP, où le DFP est la source Vconn.....	1053
Tableau 8-11 Etapes d'une réinitialisation des données initiée par le DFP, où l'UFP est la source Vconn	1057
Tableau 8-12 Etapes de la réception d'une réinitialisation des données par le DFP, où l'UFP est la source Vconn.....	1062
Tableau 8-13 Etapes de la réinitialisation matérielle déclenchée par la source	1068
Tableau 8-14 Etapes de la réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire.....	1072
Tableau 8-15 Etapes de la réinitialisation matérielle déclenchée par la source – Réinitialisation longue du destinataire.....	1075
Tableau 8-16 Etapes d'une séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par la source	1081
Tableau 8-17 Etapes d'une séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par le destinataire.....	1087
Tableau 8-18 Etapes d'une séquence réussie de permutation rapide des rôles	1093
Tableau 8-19 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que destinataire	1097

Tableau 8-20 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que source	1100
Tableau 8-21 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que source	1103
Tableau 8-22 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que destinataire	1106
Tableau 8-23 Etapes de la permutation de la source VCONN de source à destinataire	1109
Tableau 8-24 Etapes de la permutation de la source VCONN de destinataire à source	1113
Tableau 8-25 Etapes de l'alerte de la source au destinataire	1117
Tableau 8-26 Etapes de l'alerte du destinataire à la source	1119
Tableau 8-27 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient le statut de la source	1121
Tableau 8-28 Etapes d'une séquence où la source obtient le statut du destinataire	1124
Tableau 8-29 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient le statut PPS de la source	1126
Tableau 8-30 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient les capacités de la source	1129
Tableau 8-31 Etapes d'une séquence où la source double fonction obtient les capacités du destinataire double fonction en tant que source	1132
Tableau 8-32 Etapes d'une séquence où la source obtient les capacités du destinataire	1135
Tableau 8-33 Etapes d'une séquence où le destinataire double fonction obtient les capacités de la source double fonction en tant que destinataire	1138
Tableau 8-34 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient les capacités étendues de la source	1141
Tableau 8-35 Etapes d'une séquence où la source double fonction obtient les capacités étendues du destinataire double fonction	1144
Tableau 8-36 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient les capacités de la batterie de la source	1147
Tableau 8-37 Etapes d'une séquence où la source obtient les capacités de la batterie du destinataire	1150
Tableau 8-38 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient le statut de la batterie de la source	1153
Tableau 8-39 Etapes d'une séquence où la source obtient le statut de la batterie du destinataire	1156
Tableau 8-40 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant du port du destinataire	1159
Tableau 8-41 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant du port du destinataire	1162
Tableau 8-42 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant de la batterie du destinataire	1165
Tableau 8-43 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant de la batterie du destinataire	1168
Tableau 8-44 Etapes d'une séquence où la source VCONN obtient les informations du fabricant du port du destinataire	1171
Tableau 8-45 Etapes d'une séquence où la source obtient les codes pays	1174
Tableau 8-46 Etapes d'une séquence où la source obtient les codes pays du destinataire	1177
Tableau 8-47 Etapes d'une séquence où une source VCONN obtient les codes pays du destinataire	1180
Tableau 8-48 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations relatives au pays	1183

Tableau 8-49 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations relatives au pays du destinataire.....	1186
Tableau 8-50 Etapes d'une séquence où une source VCONN obtient les informations relatives au pays du destinataire.....	1189
Tableau 8-51 Etapes d'une séquence où une source demande un échange de sécurité avec un destinataire	1192
Tableau 8-52 Etapes d'une séquence où un destinataire demande un échange de sécurité avec une source	1195
Tableau 8-53 Etapes d'une séquence où une source Vconn demande un échange de sécurité avec une fiche de câble.....	1198
Tableau 8-54 Etapes d'une séquence où une source demande un échange de mise à jour du micrologiciel avec un destinataire	1201
Tableau 8-55 Etapes d'une séquence où un destinataire demande un échange de mise à jour du micrologiciel avec une source	1204
Tableau 8-56 Etapes d'une séquence où une source Vconn demande un échange de mise à jour du micrologiciel avec une fiche de câble.....	1207
Tableau 8-57 Etapes de la découverte d'identité DFP vers UFP.....	1210
Tableau 8-58 Etapes de la découverte d'identité port source vers fiche de câble	1213
Tableau 8-59 Etapes de la découverte d'identité DFP vers fiche de câble	1216
Tableau 8-60 Etapes du mode d'entrée DFP vers UFP.....	1219
Tableau 8-61 Etapes du mode de sortie DFP vers UFP.....	1222
Tableau 8-62 Etapes du mode d'entrée DFP vers fiche de câble.....	1225
Tableau 8-63 Etapes du mode de sortie DFP vers fiche de câble.....	1228
Tableau 8-64 Etapes de la demande d'attention d'UFP à DFP.....	1230
Tableau 8-65 Etapes de l'essai du mode porteur BIST	1234
Tableau 8-66 Etapes de l'essai de données d'essai BIST.....	1237
Tableau 8-67 Etapes pour l'entrée en mode USB4 (valide) de l'UFP	1240
Tableau 8-68 Etapes pour l'entrée en mode USB4 (valide) de la fiche de câble	1243
Tableau 8-69 Etapes pour l'entrée en mode USB4 (non valide) de l'UFP.....	1245
Tableau 8-70 Etapes pour l'entrée en mode USB4 (non valide) de la fiche de câble	1247
Tableau 8-71 Etats du moteur de politique	1362
Tableau 9-1 Codes de type d'alimentation USB	1378
Tableau 9-2 Descripteur de capacité USB Power Delivery	1378
Tableau 9-3 Descripteur de capacité Battery Info	1380
Tableau 9-4 Descripteur de capacité PD Consumer Port.....	1380
Tableau 9-5 Descripteur de capacité PD Provider Port.....	1381
Tableau 9-6 Demandes d'alimentation USB	1383
Tableau 9-7 Codes de demande d'alimentation USB.....	1383
Tableau 9-8 Sélecteurs de caractéristique PD	1383
Tableau 9-9 Structure du statut de la batterie.....	1384
Tableau 9-10 Masque de réveil de la batterie.....	1386

Tableau 9-11 Codage de la politique de charge	1386
Tableau 10-1 Considérations pour les sources	1389
Tableau 10-2 Tensions normatives et courants minimaux	1389
Tableau 10-3 PDO d'alimentation fixe – Source 5 V	1391
Tableau 10-4 PDO d'alimentation fixe – Source 9V	1391
Tableau 10-5 PDO d'alimentation fixe – Source 15V	1391
Tableau 10-6 PDO d'alimentation fixe – Source 20V	1392
Tableau 10-7 PDO et APDO d'alimentation programmable en fonction de la PDP	1393
Tableau 10-8 Plages de tensions d'alimentation électrique programmable	1393
Tableau B-1 Alimentation externe fournie en aval	1400
Tableau B-2 Alimentation externe fournie en amont	1405
Tableau B-3 Rendu de puissance	1414
Tableau C-1 Exemple de demande de commande de découverte d'identité d'un initiateur	1428
Tableau C-2 Exemple de réponse de commande de découverte d'identité d'un répondeur qui est un câble actif	1428
Tableau C-3 Exemple de réponse de commande de découverte d'identité d'un répondeur qui est un hub	1430
Tableau C-4 Exemple de demande de commande de découverte de SVID d'un initiateur	1431
Tableau C-5 Exemple de réponse de commande de découverte de SVID d'un répondeur	1431
Tableau C-6 Exemple de demande de commande de découverte de modes de l'initiateur	1433
Tableau C-7 Exemple de réponse de commande de découverte de modes d'un répondeur	1433
Tableau C-8 Exemple de demande de commande d'entrée dans un mode d'un initiateur	1435
Tableau C-9 Exemple de réponse de commande d'entrée dans un mode d'un répondeur	1435
Tableau C-10 Exemple de demande de commande d'entrée dans un mode d'un initiateur	1436
Tableau C-11 Exemple de demande de commande de sortie d'un mode d'un initiateur	1437
Tableau C-12 Exemple de réponse de commande de sortie d'un mode d'un répondeur	1437
Tableau C-13 Exemple de demande de commande Attention d'un initiateur	1439
Tableau C-14 Exemple de demande de commande Attention d'un initiateur avec un VDO supplémentaire	1439
Tableau E-1: Tableau de séquence de configuration d'une permutation rapide des rôles (hub connecté à un adaptateur de puissance en premier lieu)	1451
Tableau E-2 Tableau de séquence de configuration d'une permutation rapide des rôles (hub connecté à l'ordinateur portable avant l'adaptateur de puissance)	1452
Tableau E-3 Tableau de séquence de déchargement lent de V Vbus (déchargement après l'envoi du message FR_Swap)	1455
Tableau E-4 Déchargement rapide de Vbus après déconnexion de l'adaptateur	1457

Figures

Figure 2-1 Structure logique des dispositifs aptes à l'alimentation électrique par port USB	700
Figure 2-2 Exemple de communication SOP' entre source VCONN et fiche(s) de câble	703

Figure 2-3 Pile de communications de l'alimentation électrique par port USB	710
Figure 2-4 Communication de l'alimentation électrique par port USB sur USB.....	711
Figure 2-5 Vue d'une architecture à haut niveau	712
Figure 5-1 Interprétation d'ensembles ordonnés.....	723
Figure 5-2 Ordre de transmission pour diverses tailles de données.....	725
Figure 5-3 Format de paquet pour l'alimentation électrique par port USB	725
Figure 5-4 Génération de code CRC 32	729
Figure 5-5 Format en ligne de Hard Reset.....	731
Figure 5-6 Format en ligne de Cable Reset.....	732
Figure 5-7 Exemple de BMC.....	733
Figure 5-8 Schéma fonctionnel d'émetteur BMC.....	734
Figure 5-9 Schéma fonctionnel de récepteur BMC	734
Figure 5-10 Début de préambule codé BMC.....	735
Figure 5-11 Emission ou réception d'une trame codée BMC et terminée par un 0 avec une dernière transition du niveau haut vers le niveau bas.....	735
Figure 5-12 Emission ou réception d'une trame codée BMC et terminée par un 1 avec une dernière transition du niveau haut vers le niveau bas.....	736
Figure 5-13 Emission ou réception d'une trame codée BMC et terminée par un 0 avec une dernière transition du niveau bas vers le niveau haut.....	736
Figure 5-14 Emission ou réception d'une trame codée BMC et terminée par un 1 avec une dernière transition du niveau bas vers le niveau haut.....	737
Figure 5-15 Masque BMC Tx "1"	738
Figure 5-16 Masque BMC Tx "0"	738
Figure 5-17 Masque BMC Rx "1" lorsque l'alimentation électrique est fournie	741
Figure 5-18 Masque BMC Rx "0" lorsque l'alimentation électrique est fournie	741
Figure 5-19 Masque BMC Rx "1" lorsque l'alimentation électrique est au point neutre	742
Figure 5-20 Masque BMC Rx "0" lorsque l'alimentation électrique est au point neutre	742
Figure 5-21 Masque BMC Rx "1" lorsque l'alimentation électrique est utilisée	743
Figure 5-22 Masque BMC Rx "0" lorsque l'alimentation électrique est utilisée	743
Figure 5-23 Modèle de charge d'émetteur pour BMC Tx à partir d'une source	744
Figure 5-24 Modèle de charge d'émetteur pour BMC Tx à partir d'un destinataire	745
Figure 5-25 Schéma de l'émetteur représentant zDriver	747
Figure 5-26 Chronogramme des écarts inter-trames.....	748
Figure 5-27 Exemple de configuration multipoint avec deux DRP	750
Figure 5-28 Exemple de configuration multipoint montrant un DFP et un UFP	751
Figure 5-29 Trame de données d'essai	753
Figure 6-1 Format de paquet d'alimentation électrique par port USB, avec charge utile de message de contrôle	754
Figure 6-2 Format de paquet d'alimentation électrique par port USB, avec charge utile de message de données	755

Figure 6-3 Format de paquet d'alimentation électrique par port USB, avec en-tête et charge utile de message étendu	755
Figure 6-4 Exemple de séquence Security_Request non fragmentée (bit Chunked = 0)	762
Figure 6-5 Exemple de transmission d'octets pour le message Security_Request de taille de données égale à 7 (le bit Chunked est à 0)	763
Figure 6-6 Exemple de transmission d'octets pour le message Security_Response de taille de données égale à 7 (le bit Chunked est à 0)	763
Figure 6-7 Exemple de séquence Security_Request fragmentée (bit Chunked = 1)	764
Figure 6-8 Exemple de message Security_Request de taille de données égale à 7 (le bit Chunked est à 1)	765
Figure 6-9 Exemple de fragment 0 de message Security_Request de taille de données égale à 30 (le bit Chunked est à 1)	765
Figure 6-10 Exemple de transmission d'octets pour une demande de fragment de message Security_Response (le bit Chunked est à 1)	766
Figure 6-11 Exemple de fragment 1 de message Security_Request de taille de données égale à 30 (le bit Chunked est à 1)	766
Figure 6-12 Exemple de message de capacités avec 2 objets de données d'alimentation	778
Figure 6-13 Message BIST	793
Figure 6-14 Message Vendor Defined	796
Figure 6-15 Réponse de commande Discover Identity	803
Figure 6-16 Réponse de commande Discover Identity pour un DRD	803
Figure 6-17 Exemple de réponse de découverte de SVID avec 3 SVID	820
Figure 6-18 Exemple de réponse de découverte de SVID avec 4 SVID	820
Figure 6-19 Exemple de réponse de découverte de SVID avec 12 SVID, suivi par une réponse vide	820
Figure 6-20 Exemple de réponse de découverte de modes pour un SVID à 3 modes	821
Figure 6-21 Séquence d'entrée dans un mode réussie	822
Figure 6-22 Séquence d'entrée dans un mode interrompue par un message Source Capabilities, puis réexécutée	823
Figure 6-23 Séquence d'entrée dans un mode échouée en raison d'un message NAK	824
Figure 6-24 Séquence de sortie de mode	825
Figure 6-25 Séquence de demande/réponse de commande Attention	826
Figure 6-26 Séquence de demande/réponse de commande	826
Figure 6-27 Processus d'entrée dans un mode/de sortie de mode	828
Figure 6-28 Message Battery_Status	830
Figure 6-29 Message d'alerte	831
Figure 6-30 Message Get_Country_Info	833
Figure 6-31 Message Enter_USB	834
Figure 6-32 Message Source_Capabilities_Extended	837
Figure 6-33 Message Status	842
Figure 6-34 Message de statut SOP'/SOP"	845
Figure 6-35 Message Get_Battery_Cap	846

Figure 6-36 Message Get_Battery_Status	846
Figure 6-37 Message Battery_Capabilities	847
Figure 6-38 Message Get_Manufacturer_Info.....	848
Figure 6-39 Message Manufacturer_Info.....	849
Figure 6-40 Message Security_Request	850
Figure 6-41 Message Security_Response	851
Figure 6-42 Message Firmware_Update_Request.....	851
Figure 6-43 Message Firmware_Update_Response.....	852
Figure 6-44 Message PPS_Status.....	852
Figure 6-45 Message Country_Codes	854
Figure 6-46 Message Country_Info	855
Figure 6-47 Message Sink_Capabilities_Extended	855
Figure 6-48 Présentation des états.....	881
Figure 6-49 Références aux états	881
Figure 6-50 Architecture de fragmentation représentant le message et le flux de contrôle.....	883
Figure 6-51 Diagramme d'état de Rx fragmenté	885
Figure 6-52 Diagramme d'état de Tx fragmenté.....	889
Figure 6-53 Diagramme d'état du routeur de messages fragmentés.....	894
Figure 6-54 Diagramme d'états commun de transmission d'un message de la couche protocole	896
Figure 6-55 Diagramme d'états de transmission d'un message de la couche protocole Source	900
Figure 6-56 Diagramme d'états de transmission d'un message de la couche protocole destinataire.....	902
Figure 6-57 Réception d'un message de la couche protocole.....	903
Figure 6-58 Réinitialisation matérielle/de câble	906
Figure 7-1 Placement de la capacité de masse de la source	919
Figure 7-2 Enveloppe des transitions de tension positives	921
Figure 7-3 Enveloppe des transitions de tension négatives.....	922
Figure 7-4 Transitions de tension positives de la PPS.....	923
Figure 7-5 Transitions de tension négatives de la PPS.....	924
Figure 7-6 Ondulation prévue de la PPS relative à un octet de poids faible.....	924
Figure 7-7 Tension et limite de courant programmables PPS.....	926
Figure 7-8 iPpsCLOperatingDetail	927
Figure 7-9 Tension et limite de courant programmables PPS.....	928
Figure 7-10 Réponse à une réinitialisation matérielle de V _{BUS} et V _{CONN} Source	930
Figure 7-11 Application des limites vSrcNew et vSrcValid après tSrcReady.....	932
Figure 7-12 Surcharge du courant de crête de la source	934
Figure 7-13 Mesure du temps de maintien	936
Figure 7-14 Puissance V _{BUS} au cours d'une permutation rapide des rôles	937

Figure 7-15 Détection et temporisation de V_{BUS} lors d'une permutation rapide des rôles, avec V_{BUS} initiale (à la nouvelle source) > $vSafe5V$ (min).....	938
Figure 7-16 Détection et temporisation de V_{BUS} lors d'une permutation rapide des rôles, avec V_{BUS} initiale (à la nouvelle source) < $vSafe5V$ (min).....	939
Figure 7-17 Cycle d'alimentation V_{CONN} UFP dans une réinitialisation des données.....	940
Figure 7-18 Cycle d'alimentation V_{CONN} DFP dans une réinitialisation des données.....	941
Figure 7-19 Placement de la capacité de masse du destinataire.....	942
Figure 7-20 Diagramme de transition pour l'augmentation du courant.....	948
Figure 7-21 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension.....	951
Figure 7-22 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension et du courant.....	954
Figure 7-23 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension et la diminution du courant.....	957
Figure 7-24 Diagramme de transition pour la diminution de la tension et l'augmentation du courant.....	960
Figure 7-25 Diagramme de transition pour la diminution du courant.....	963
Figure 7-26 Diagramme de transition pour la diminution de la tension.....	966
Figure 7-27 Diagramme de transition pour la diminution de la tension et du courant.....	969
Figure 7-28 Diagramme de transition pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par le destinataire.....	972
Figure 7-29 Diagramme de transition pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par la source.....	976
Figure 7-30 Diagramme de transition pour la diminution de courant GotoMin.....	980
Figure 7-31 Diagramme de transition pour une réinitialisation matérielle déclenchée par la source.....	983
Figure 7-32 Diagramme de transition pour une réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire.....	986
Figure 7-33 Diagramme de transition en cas d'absence de variation de courant ou de tension.....	989
Figure 7-34 Diagramme de transition pour la permutation rapide des rôles.....	992
Figure 7-35 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension d'alimentation électrique programmable.....	995
Figure 7-36 Diagramme de transition pour la diminution de la tension d'alimentation électrique programmable.....	997
Figure 7-37 Diagramme de transition pour la modification du PDO ou de l'APDO source.....	999
Figure 7-38 Diagramme de transition pour l'augmentation du courant en mode PPS.....	1002
Figure 7-39 Diagramme de transition pour la diminution du courant en mode PPS.....	1004
Figure 7-40 Diagramme de transition en cas d'absence de variation de courant ou de tension en mode PPS.....	1006
Figure 8-1 Exemple d'écrans en guirlande.....	1023
Figure 8-2 Echange de messages de base (réussi).....	1027
Figure 8-3 Flux de messages de base indiquant de possibles erreurs.....	1028
Figure 8-4 Flux de messages de base avec CRC erroné suivi d'une relance.....	1030
Figure 8-5 Négociation réussie d'alimentation fixe, variable ou par batterie.....	1034
Figure 8-6 Opération GotoMin réussie.....	1039
Figure 8-7 Maintien de PPS.....	1042

Figure 8-8 Réinitialisation logicielle	1045
Figure 8-9 Réinitialisation des données initiée par le DFP, où le DFP est la source Vconn.....	1048
Figure 8-10 Réception d'une réinitialisation par le DFP, où le DFP est la source Vconn	1052
Figure 8-11 Réinitialisation des données initiée par le DFP, où l'UFP est la source Vconn	1056
Figure 8-12 Réception d'une réinitialisation par le DFP, où l'UFP est la source Vconn.....	1061
Figure 8-13 Réinitialisation matérielle déclenchée par la source	1066
Figure 8-14 Réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire	1070
Figure 8-15 Réinitialisation déclenchée par la source - Réinitialisation longue du destinataire	1074
Figure 8-16 Séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par la source.....	1079
Figure 8-17 Séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par le destinataire	1085
Figure 8-18 Séquence réussie de permutation rapide des rôles	1091
Figure 8-19 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que destinataire	1096
Figure 8-20 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que source	1099
Figure 8-21 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que source	1102
Figure 8-22 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que destinataire	1105
Figure 8-23 Permutation de la source VCONN de source à destinataire.....	1108
Figure 8-24 Permutation de la source VCONN de destinataire à source.....	1112
Figure 8-25 Alerte de la source au destinataire	1116
Figure 8-26 Alerte du destinataire à la source	1118
Figure 8-27 Destinataire obtenant le statut de la source	1120
Figure 8-28 Source obtenant le statut du destinataire	1123
Figure 8-29 Destinataire obtenant le statut PPS de la source	1125
Figure 8-30 Destinataire obtenant les capacités de la source	1128
Figure 8-31 Source double fonction obtenant les capacités du destinataire double fonction en tant que source.....	1131
Figure 8-32 Source obtenant les capacités du destinataire	1134
Figure 8-33 Destinataire double fonction obtenant les capacités de la source double fonction en tant que destinataire.....	1137
Figure 8-34 Destinataire obtenant les capacités étendues de la source	1140
Figure 8-35 Source double fonction obtenant les capacités étendues du destinataire double fonction...	1143
Figure 8-36 Destinataire obtenant les capacités de la batterie de la source.....	1146
Figure 8-37 Source obtenant les capacités de la batterie du destinataire	1149
Figure 8-38 Destinataire obtenant le statut de la batterie de la source.....	1152
Figure 8-39 Source obtenant le statut de la batterie du destinataire.....	1155
Figure 8-40 Source obtenant les informations du fabricant du port du destinataire	1158
Figure 8-41 Destinataire obtenant les informations du fabricant du port de la source	1161

Figure 8-42 Source obtenant les informations du fabricant de la batterie du destinataire.....	1164
Figure 8-43 Destinataire obtenant les informations du fabricant de la batterie de la source	1167
Figure 8-44 Source VCONN obtenant les informations du fabricant d'une fiche de câble	1170
Figure 8-45 Source obtenant les codes pays du destinataire.....	1173
Figure 8-46 Destinataire obtenant les codes pays de la source.....	1176
Figure 8-47 Source VCONN obtenant les codes pays d'une fiche de câble.....	1179
Figure 8-48 Source obtenant les informations relatives au pays du destinataire	1182
Figure 8-49 Destinataire obtenant les informations relatives au pays de la source	1185
Figure 8-50 Source VCONN obtenant les informations relatives au pays d'une fiche de câble	1188
Figure 8-51 Source demandant un échange de sécurité avec le destinataire.....	1191
Figure 8-52 Destinataire demandant un échange de sécurité avec la source	1194
Figure 8-53 Source Vconn demandant un échange de sécurité avec une fiche de câble.....	1197
Figure 8-54 Source demandant un échange de mise à jour du micrologiciel avec le destinataire.....	1200
Figure 8-55 Destinataire demandant un échange de mise à jour du micrologiciel avec la source	1203
Figure 8-56 Source Vconn demandant un échange de mise à jour du micrologiciel avec une fiche de câble	1206
Figure 8-57 Découverte d'identité DFP vers UFP.....	1209
Figure 8-58 Découverte d'identité port source vers fiche de câble	1212
Figure 8-59 Découverte d'identité DFP vers fiche de câble.....	1215
Figure 8-60 Mode d'entrée DFP vers UFP.....	1218
Figure 8-61 Mode de sortie DFP vers UFP.....	1221
Figure 8-62 Mode d'entrée DFP vers fiche de câble.....	1224
Figure 8-63 Mode de sortie DFP vers fiche de câble	1227
Figure 8-64 Demande d'attention d'UFP à DFP	1230
Figure 8-65 Essai du mode porteur BIST.....	1232
Figure 8-66 Essai de données d'essai BIST	1235
Figure 8-67 UFP qui entre en mode USB4 (valide).....	1239
Figure 8-68 Fiche de câble qui entre en mode USB4 (valide).....	1242
Figure 8-69 UFP qui entre en mode USB4 (non valide)	1244
Figure 8-70 Fiche de câble qui entre en mode USB4 (non valide).....	1246
Figure 8-71 Présentation des états.....	1248
Figure 8-72 Références aux états	1249
Figure 8-73 Exemple de référence d'état avec conditions	1249
Figure 8-74 Exemple de référence d'état avec la même entrée et la même sortie.....	1249
Figure 8-75 Diagramme d'états du port source du moteur de politique.....	1251
Figure 8-76 Diagramme d'état d'un port destinataire	1260
Figure 8-77 Diagramme d'état de réinitialisation logicielle et d'erreur de protocole du port source	1267
Figure 8-78 Diagramme de réinitialisation logicielle et d'erreur de protocole du port destinataire	1269

Figure 8-79 Diagramme d'états d'un message Data_Reset du DFP	1271
Figure 8-80 Diagramme d'états d'un message Data_Reset de l'UFP	1274
Figure 8-81 Diagramme d'état de messages non pris en charge d'un port source	1277
Figure 8-82 Diagramme d'état de messages non pris en charge d'un port destinataire	1278
Figure 8-83 Diagramme d'état PING du port source	1280
Figure 8-84 Diagramme d'état d'alerte de la source d'un port source	1280
Figure 8-85 Diagramme d'état d'alerte de la source d'un port destinataire	1281
Figure 8-86 Diagramme d'état d'alerte du destinataire d'un port destinataire	1282
Figure 8-87 Diagramme d'état d'alerte du destinataire d'un port source	1282
Figure 8-88 Diagramme d'état d'un port destinataire obtenant les capacités étendues de la source	1283
Figure 8-89 Diagramme d'état d'une source donnant les capacités étendues de la source	1284
Figure 8-90 Diagramme d'état du port destinataire obtenant le statut de la source	1285
Figure 8-91 Diagramme d'état de la source donnant le statut de la source	1285
Figure 8-92 Diagramme d'état du port source obtenant le statut du destinataire	1286
Figure 8-93 Diagramme d'état du destinataire donnant le statut du destinataire	1287
Figure 8-94 Diagramme d'état du port destinataire obtenant le statut PPS de la source	1288
Figure 8-95 Diagramme d'état de la source donnant le statut PPS de la source	1289
Figure 8-96 Diagramme d'état d'obtention des capacités de la batterie	1289
Figure 8-97 Diagramme d'état d'indication des capacités de la batterie	1290
Figure 8-98 Diagramme d'état d'obtention du statut de la batterie	1291
Figure 8-99 Diagramme d'état d'indication du statut de la batterie	1292
Figure 8-100 Diagramme d'état d'obtention des informations du fabricant	1293
Figure 8-101 Diagramme d'état d'indication des informations du fabricant	1293
Figure 8-102 Diagramme d'état d'obtention des codes pays	1294
Figure 8-103 Diagramme d'état d'indication des codes pays	1295
Figure 8-104 Diagramme d'état d'obtention des informations relatives aux pays	1296
Figure 8-105 Diagramme d'état d'indication des informations relatives aux pays	1297
Figure 8-106 Diagramme d'états du message Enter_USB d'un DFP	1297
Figure 8-107 Diagramme d'états du message Enter_USB d'un UFP	1298
Figure 8-108 Diagramme d'état d'envoi d'une demande de sécurité	1299
Figure 8-109 Diagramme d'état d'envoi d'une réponse de sécurité	1300
Figure 8-110 Diagramme d'état de réponse de sécurité reçue	1301
Figure 8-111 Diagramme d'état d'envoi d'une demande de mise à jour du micrologiciel	1302
Figure 8-112 Diagramme d'état d'envoi d'une réponse de mise à jour du micrologiciel	1302
Figure 8-113 Diagramme d'état de réponse reçue de mise à jour du micrologiciel	1303
Figure 8-114 Diagramme d'état de permutation des rôles de transmission de données de DFP à UFP ...	1305
Figure 8-115 Diagramme d'état de permutation des rôles de transmission de données d'UFP à DFP	1308

Figure 8-116 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation des rôles d'alimentation de source à destinataire	1311
Figure 8-117 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation des rôles d'alimentation de destinataire à source	1315
Figure 8-118 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation rapide des rôles de source à destinataire	1319
Figure 8-119 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation rapide des rôles de destinataire à source	1322
Figure 8-120 Diagramme (d'une source) double fonction obtenant les capacités de la source	1325
Figure 8-121 Diagramme (d'une source) double fonction indiquant les capacités du destinataire	1326
Figure 8-122 Diagramme d'état (d'un destinataire) double fonction obtenant les capacités du destinataire	1326
Figure 8-123 Diagramme d'état (d'un destinataire) double fonction indiquant les capacités de la source	1327
Figure 8-124 Diagramme d'état (d'une source) double obtenant les capacités étendues de la source	1328
Figure 8-125 Diagramme (d'une source) double fonction indiquant les capacités du destinataire	1329
Figure 8-126 Diagramme d'état de permutation de VCONN.....	1330
Figure 8-127 Diagrammes d'états de découverte d'identité de VDM structuré de l'initiateur au port	1334
Figure 8-128 Diagramme d'état de découverte des SVID de VDM structuré d'un initiateur.....	1335
Figure 8-129 Diagramme d'état de découverte des modes de VDM d'un initiateur	1337
Figure 8-130 Diagramme d'état de demande d'attention de VDM d'un initiateur.....	1338
Figure 8-131 Diagramme d'état de découverte d'identité de VDM structuré d'un répondeur	1339
Figure 8-132 Diagramme d'état de découverte de SVID de VDM structuré d'un répondeur	1340
Figure 8-133 Diagramme d'état de découverte des modes de VDM structuré d'un répondeur	1342
Figure 8-134 Diagramme d'état de réception d'une demande d'attention de VDM structuré	1343
Figure 8-135 Diagramme d'état d'entrée dans un mode de VDM d'un DFP.....	1344
Figure 8-136 Diagramme d'état de sortie d'un mode de VDM d'un DFP.....	1346
Figure 8-137 Diagramme d'état d'entrée dans un mode de VDM structuré d'un UFP	1347
Figure 8-138 Diagramme d'état de sortie d'un mode de VDM structuré d'un UFP	1349
Figure 8-139 Diagramme d'état de VDM de câble prêt.....	1350
Figure 8-140 Diagramme d'état d'une réinitialisation logicielle de la fiche de câble	1351
Figure 8-141 Diagramme d'état d'une réinitialisation matérielle de la fiche de câble.....	1352
Figure 8-142 Diagramme d'états d'une réinitialisation logicielle de la source VCONN ou d'une réinitialisation de câble d'une fiche de câble ou d'un VPD.....	1353
Figure 8-143 Diagramme d'état de découverte d'identité de VDM structuré au démarrage de la source	1355
Figure 8-144 Diagramme d'état d'entrée dans un mode de VDM structuré d'une fiche de câble.....	1357
Figure 8-145 Diagramme d'état de sortie d'un mode de VDM structuré d'une fiche de câble	1359
Figure 8-146 Diagramme d'état de mode porteur BIST.....	1360
Figure 9-1 Exemple de topologie d'alimentation USB.....	1370
Figure 9-2 Mise en correspondance de la topologie PD vers USB	1371

Figure 9-3 Passage de l'état USB Attached à l'état USB Powered	1372
Figure 9-4 Passage de tout état USB à l'état USB Attached (fonctionnement en tant que consommateur)	1373
Figure 9-5 Passage de tout état USB à l'état USB Attached (fonctionnement en tant que fournisseur)....	1374
Figure 9-6 Passage de tout état USB à l'état USB Attached (après une permutation des rôles de données USB Type-C)	1374
Figure 9-7 Pile de logiciels sur un système d'exploitation compatible avec l'alimentation USB	1375
Figure 9-8 Enumération d'un dispositif PDUSB.....	1376
Figure 10-1 Présentation de la règle d'alimentation de la source	1390
Figure 10-2 Exemple de règle d'alimentation de la source.....	1390
Figure B-1 Alimentation externe fournie en aval	1399
Figure B-2 Alimentation externe fournie en amont	1404
Figure B-3 Rendu de puissance	1413
Figure D-1 Bloc de circuits du récepteur de différences finies BMC.....	1441
Figure D-2 Bruit BMC en courant alternatif et en courant continu de VBUS au niveau du destinataire de l'alimentation.....	1442
Figure D-3 Modèle de signaux BMC (a) sans bruit [USB 2.0] SE0 (b) avec bruit [USB 2.0] SE0	1442
Figure D-4 Dérivée du signal BMC mise à l'échelle avec vitesse d'échantillonnage de 50 ns.....	1443
Figure D-5 Signal BMC et résultat des différences finies avec différents intervalles de temps	1444
Figure D-6 Résultat des différences finies (ligne en pointillés) et du détecteur de front (ligne continue)	1444
Figure D-7 Zone de bruit et zone de détection du récepteur BMC	1445
Figure D-8 Bloc de circuits du récepteur de soustraction BMC	1445
Figure D-9 (a) Sortie de LPF1 et de LPF2 (b) Soustraction des sorties LPF1 et LPF2	1446
Figure D-10 Sortie de BMC LPF1 (courbe bleue en pointillés) et du soustracteur (courbe rouge).....	1447
Figure E-1 Exemple de système apte à la FRS.....	1448
Figure E-2 Déchargement lent de V _{BUS}	1449
Figure E-3 Déchargement rapide de V _{BUS}	1450
Figure E-4 Diagramme de séquence de déchargement lent de VBUS (déchargement après l'envoi du message FR_Swap).....	1454

1. Introduction

USB a évolué d'une interface de données capable de fournir une alimentation électrique limitée à une source d'alimentation primaire dotée d'une interface de données. Aujourd'hui, de nombreux dispositifs se rechargent ou reçoivent leur alimentation électrique par les ports USB que contiennent les ordinateurs portables, les voitures, les avions, et même les prises murales. USB est devenu une prise électrique omniprésente pour nombre de petits dispositifs tels que les téléphones portables, les lecteurs MP3 et autres dispositifs portatifs. Les utilisateurs ont besoin d'USB pour répondre à leurs exigences non seulement en matière de données, mais aussi pour alimenter ou recharger leurs dispositifs simplement, souvent sans avoir besoin de charger un pilote, pour assurer des fonctions USB "traditionnelles".

Cependant, il existe encore de nombreux dispositifs qui nécessitent un branchement mural supplémentaire pour leur alimentation, ou dont le courant de fonctionnement dépasse le courant assigné d'un port USB. Les réglementations internationales exigent une gestion toujours meilleure de l'énergie, en raison des problèmes écologiques et pratiques liés à la disponibilité de l'énergie électrique. Les réglementations limitent la quantité d'électricité disponible sur une prise murale, ce qui a conduit à un besoin éminent d'optimiser l'utilisation de l'énergie. La spécification de l'alimentation électrique par port USB dispose du potentiel pour réduire le plus possible le gaspillage en devenant une norme pour le chargement des dispositifs non couverts par [\[USBBC 1.2\]](#).

L'utilisation accrue des solutions sans fil tend à faire disparaître le câblage pour la transmission de données, mais les chargeurs filaires restent nécessaires. De plus, les exigences de conception industrielle amènent la connectivité filaire à offrir beaucoup plus à travers un même connecteur.

L'alimentation électrique par port USB est conçue pour permettre une fonctionnalité maximale du port USB, en assurant une alimentation électrique plus souple coexistant avec les données sur un même câble. Elle a pour but d'interopérer avec l'écosystème USB existant et de le compléter; en augmentant les niveaux de puissance des normes USB existantes, par exemple pour le chargement des batteries, en permettant de nouveaux cas d'utilisation avec des niveaux de puissance supérieurs, notamment pour les disques durs (DD) et les imprimantes à alimentation USB.

Avec l'alimentation électrique par port USB, le sens de l'alimentation n'est plus fixe. Cela permet au produit disposant de l'alimentation électrique (hôte ou périphérique) de la fournir. Par exemple, un écran alimenté par une prise murale peut alimenter ou charger un ordinateur portable. En variante, les transformateurs ou chargeurs USB sont capables d'alimenter les ordinateurs portables et autres dispositifs alimentés par batteries par le biais de leurs ports USB, qui fournissent habituellement l'alimentation électrique.

L'alimentation électrique par port USB permet aux hubs de devenir les moyens d'optimisation de la gestion de l'énergie à travers de multiples périphériques en permettant à chaque dispositif de ne prélever que la puissance dont il a besoin et d'en prélever davantage lorsqu'une application donnée l'exige. Par exemple, les appareils alimentés par batterie peuvent obtenir un courant de charge supérieur, puis le retransmettre temporairement, lorsque le DD de l'utilisateur exige une accélération. **En option**, les hubs peuvent communiquer avec le PC pour permettre une gestion encore plus intelligente et souple de la puissance, automatiquement ou avec un certain degré d'intervention de l'utilisateur.

L'alimentation électrique par port USB permet à des cas d'utilisation à faible puissance, comme pour les casques, de négocier uniquement la puissance dont ils ont besoin. Ceci offre une solution simple permettant aux dispositifs USB de fonctionner à leurs niveaux de puissance optimaux.

La spécification de l'alimentation électrique par port USB, en plus d'offrir des mécanismes de négociation de la puissance, peut également servir de canal à bande latérale pour des échanges de messages normalisés ou définis par le fournisseur. L'alimentation électrique permet des modes de fonctionnement alternatifs, en assurant les mécanismes permettant de découvrir des modes alternatifs, d'y accéder et d'en sortir. La spécification permet également de découvrir les capacités des câbles, notamment les vitesses et les intensités de courant prises en charge.

1.1 Vue d'ensemble

La présente spécification définit la façon dont les dispositifs USB peuvent négocier davantage de courant et/ou des tensions plus élevées ou plus basses sur le câble USB (en se servant du fil CC USB Type-C®

comme canal de communications) que ce qui est défini dans les spécifications [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 2.0\]](#) ou [\[USBBC 1.2\]](#). Elle permet à des dispositifs dont les exigences de puissance sont supérieures à celles auxquelles la spécification actuelle peut satisfaire d'obtenir la puissance dont ils ont besoin pour fonctionner à partir de la tension V_{BUS} et de négocier avec des sources d'alimentation externes (par exemple, des adaptateurs). De plus, elle permet à une source et à un destinataire de permuter les rôles d'alimentation de sorte qu'un dispositif puisse alimenter l'hôte en électricité. Par exemple, un écran peut alimenter un ordinateur portable pour charger sa batterie.

La spécification de l'alimentation électrique par port USB est guidée par les principes suivants:

- elle s'applique parfaitement aux anciens dispositifs USB;
- elle est compatible avec les câbles USB existants conformes à la spécification;
- elle réduit le plus possible les risques de dommages dus aux câbles non conformes (par exemple, les câbles en "Y", etc.);
- elle est optimisée pour des mises en œuvre à faible coût.

La présente spécification définit des mécanismes permettant de découvrir des modes, d'y entrer et d'en sortir, que ces modes soient définis par une norme ou par un fournisseur particulier. Ces modes peuvent être pris en charge par le port partenaire ou par un câble reliant les deux utilisateurs du port.

La spécification définit des mécanismes permettant de découvrir les capacités de câbles pouvant communiquer en utilisant l'alimentation électrique.

Cette spécification ajoute un mécanisme de permutation des rôles de transmission de données de sorte que le port amont devienne le port aval, et inversement. Elle permet aussi de permuter l'extrémité d'alimentation V_{CONN} d'un câble alimenté.

Pour permettre une charge optimale, la spécification définit deux mécanismes qu'un chargeur USB peut annoncer pour que le dispositif les utilise:

1. une liste de tensions fixes, chacune ayant un courant maximal. Le dispositif choisit une tension et un courant dans la liste. Il s'agit du modèle traditionnel employé par les dispositifs qui utilisent l'électronique interne pour gérer la charge de leurs batteries, y compris modifier la tension et le courant réellement fournis à la batterie. L'effet non souhaitable de ce modèle est que le circuit de charge génère de la chaleur, ce qui peut être problématique pour les dispositifs de faible encombrement ;
2. une liste de plages de tensions programmables, chacune ayant un courant maximal (PPS). Le dispositif demande une tension (par incréments de 20 mV) située dans la plage annoncée et un courant maximal. Le chargeur USB fournit la tension demandée jusqu'à ce que le courant maximal soit atteint; le chargeur USB réduit alors sa tension de sortie, de manière à ne pas fournir davantage que le courant maximal demandé. Au cours de la partie du cycle de charge à courant élevé, le chargeur USB peut être directement connecté (à l'aide d'un dispositif de sécurité approprié) à la batterie. Ce modèle est utilisé par les dispositifs qui souhaitent réduire le plus possible l'impact thermique de leurs circuits de charge internes.

1.2 Objet

La spécification de l'alimentation électrique par port USB définit un système d'alimentation électrique qui couvre tous les éléments d'un système USB, y compris: hôtes, dispositifs, hubs, chargeurs et assemblages de câbles. La présente spécification décrit l'architecture, les protocoles, le comportement de l'alimentation électrique, les connecteurs et le câblage nécessaires à la gestion de l'alimentation électrique sur USB jusqu'à 100 W. La présente spécification est destinée à être entièrement compatible avec les infrastructures USB existantes et à en assurer une extension. Il est prévu que cette spécification offre aux OEM de systèmes, ainsi qu'aux développeurs d'alimentations électriques et de périphériques, une souplesse appropriée pour une polyvalence des produits et leur différenciation sur le marché, sans perdre en compatibilité ascendante.

L'alimentation électrique par port USB est conçue pour fonctionner indépendamment des mécanismes définis par le bus USB existant et servant à négocier la puissance, qui sont les suivants:

[\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#) demandes de capacité "dans la bande" pour les interfaces de forte puissance; [\[USBBC 1.2\]](#) mécanismes d'alimentation de puissance plus élevée (non rendus obligatoires par la présente spécification);

[USB Type-C 2.0] mécanismes d'alimentation de puissance plus élevée.

Les conditions de fonctionnement initiales restent le fonctionnement USB par défaut défini dans **[USB 2.0]**, **[USB 3.2]**, **[USB Type-C 2.0]** ou **[USBBC 1.2]**.

Le port DFP fournit **vSafe5V** sur V_{BUS} .

Le port UFP consomme la puissance fournie par V_{BUS} .

1.3 Domaine d'application

La présente spécification se veut une extension des spécifications **[USB 2.0]**, **[USB 3.2]**, **[USB Type-C 2.0]** et **[USBBC 1.2]** existantes. Elle traite uniquement des éléments nécessaires à la mise en œuvre de l'alimentation électrique par port USB. Elle vise les fournisseurs d'alimentation électrique, les fabricants de plateformes, dispositifs et assemblages de câbles **[USB 2.0]**, **[USB 3.2]**, **[USB Type-C 2.0]** et **[USBBC 1.2]**.

Des informations à caractère **Normatif(s/ve/ves)** sont fournies pour permettre l'interopérabilité des composants conçus selon cette spécification. Les informations à caractère purement informatif, le cas échéant, donnent un exemple de mise en œuvre possible de la conception proposée.

1.4 Conventions

1.4.1 Ordre de priorité

En cas de contradiction entre le texte, les figures et les tableaux, la priorité **Devoir/Doit/Doivent** être donnée aux tableaux, aux figures, et enfin au texte.

1.4.2 Mots-clés

Les mots-clés suivants permettent de différencier les niveaux d'exigences et d'options.

1.4.2.1 Normatif conditionnel

Le mot-clé **Normatif(s/ve/ves) conditionnel(s/le/les)** est utilisé pour indiquer une fonctionnalité qui est obligatoire lorsqu'une autre fonctionnalité associée a été mise en œuvre. Les concepteurs sont tenus de mettre en œuvre l'ensemble de ces exigences lorsque les fonctionnalités dépendantes ont été mises en œuvre afin d'assurer l'interopérabilité avec les autres dispositifs conformes.

1.4.2.2 Déconseillé

Le mot-clé **Déconseillé(s/ée/ées)** est utilisé pour indiquer une fonctionnalité prise en charge dans les précédentes versions de la spécification, mais qui n'est désormais plus prise en charge.

1.4.2.3 Rejeté

Rejeter, Rejetée et Rejeté(s/ée/ées) sont des mots-clés équivalents qui indiquent qu'un paquet **Devoir/Doit/Doivent**, à réception, être éliminé par la couche PHY et non transmis à la couche protocole pour traitement. Aucun message **GoodCRC** ne **Devoir/Doit/Doivent** être envoyé en réponse au paquet.

1.4.2.4 Ignoré

Ignorer, Ignore et Ignoré(s/ée/ées) sont des mots-clés équivalents qui indiquent des messages ou des champs de message qui, à réception, ne **Devoir/Doit/Doivent** entraîner aucune action particulière de la part du destinataire. Un message **Ignoré(s/ée/ées)** ne **Devoir/Doit/Doivent** pas avoir d'autre résultat que de retourner un message **GoodCRC** pour acquitter la réception du message. Un message comportant un champ **Ignoré(s/ée/ées) Devoir/Doit/Doivent** être traité normalement, sauf pour les actions concernant le champ **Ignoré(s/ée/ées)**.

1.4.2.5 Invalide

Le terme **Invalide(s)** est un mot-clé qui, lorsqu'il est relatif à un paquet, indique que l'usage ou les champs du paquet ne rentrent pas dans l'usage de la spécification définie. Lorsque le terme **Invalide(s)** est relatif à

un contrat explicite, il indique qu'un contrat explicite précédemment établi ne peut plus être mis à jour par la source. Lorsque le terme **Invalide(s)** est relatif à des codes K individuels ou à des séquences de codes K, il indique que la signalisation reçue ne rentre pas dans la spécification définie.

1.4.2.6 **Pouvoir/Peut/Peuvent**

Les mots-clés **Pouvoir/Peut/Peuvent** sont utilisés pour indiquer un choix sans préférence implicite.

1.4.2.7 **Peut/Peuvent ne pas**

Les mots-clés **Peut ne pas/Peuvent ne pas** ont une signification inverse à **Pouvoir/Peut/Peuvent**. Ils indiquent la possibilité de ne pas mettre en œuvre une fonction donnée, sans préférence implicite.

1.4.2.8 **N/A**

Le mot-clé **N/A** est utilisé pour indiquer qu'un champ (ou une valeur) n'est pas applicable, qu'il n'a pas de valeur définie et qu'il **Ne doit/doivent pas** être vérifié ou utilisé par le récepteur.

1.4.2.9 **Facultatif/En option/Normatif facultatif**

Les mots-clés **Facultatif(s/ve/ves)**, **En option** et **Normatif(s/ve/ves) facultatif(s/ve/ves)** sont utilisés pour décrire les fonctionnalités non obligatoires de la présente spécification. Toutefois, si une fonctionnalité **Facultative** est mise en œuvre, la fonctionnalité **Devoir/Doit/Doivent** être mise en œuvre comme défini par la présente spécification.

1.4.2.10 **Réservé**

Le mot-clé **Réservé(s/ée/ées)** est utilisé pour indiquer les valeurs réservées d'un bit, d'un octet, d'un mot, d'un champ ou d'un code qui sont mises de côté pour une normalisation future. Leur utilisation et leur interprétation **Pouvoir/Peut/Peuvent** être spécifiées par de futures extensions à la présente spécification; sauf indication contraire, elles **Ne doit/doivent pas** être utilisées ou modifiées par la mise en œuvre d'un fournisseur. Un bit, un octet, un mot ou un champ **Réservé(s/ée/ées)** **Devoir/Doit/Doivent** être défini sur 0 par l'expéditeur et **Devoir/Doit/Doivent** être **Ignoré(s/ée/ées)** par le récepteur. Les valeurs de champs **Réservé(s/ée/ées)** **Ne doit/doivent pas** être envoyées par l'expéditeur et **Devoir/Doit/Doivent** être **Ignoré(s/ée/ées)** par le récepteur.

1.4.2.11 **Devoir/Doit/Doivent/Normatif(s/ve/ves)**

Les mots-clés **Devoir/Doit/Doivent** et **Normatif(s/ve/ves)** sont utilisés de manière équivalente pour indiquer une exigence obligatoire. Les concepteurs sont tenus de mettre en œuvre l'ensemble de ces exigences afin d'assurer l'interopérabilité avec les autres dispositifs conformes.

1.4.2.12 **Ne doit/doivent pas**

Les mots-clés **Ne doit/doivent pas** ont une signification inverse à **Devoir/Doit/Doivent**, indiquant une opération non conforme.

1.4.2.13 **Il convient de/que**

Le mot-clé **Il convient d'/de/qu'/que** est utilisé pour indiquer la flexibilité d'un choix avec alternative préférentielle. Il équivaut à l'expression "Il est recommandé de".

1.4.2.14 **Il convient de ne pas**

Le mot-clé **Il convient de ne pas** a une signification inverse à **Il convient d'/de/qu'/que**. Il équivaut à l'expression "Il est recommandé de ne pas...".

1.4.2.15 **Valide**

Le mot-clé **Valide(s)** a une signification inverse à **Invalide(s)**, indiquant soit un paquet ou une signalisation qui relève de la spécification définie, soit un contrat explicite pouvant être mis à jour par la source.

1.4.3 Numérotation

Les nombres immédiatement suivis de la lettre "b" en minuscule (par exemple 01b) sont des valeurs binaires. Les nombres immédiatement suivis de la lettre "B" en majuscule sont des valeurs exprimées en octets. Les nombres immédiatement suivis de la lettre "h" en minuscule (par exemple 3Ah) ou précédés par "0x" (par exemple 0xFF00) sont des valeurs hexadécimales. Les nombres qui ne sont pas immédiatement suivis des lettres "b", "B" ou "h" sont des valeurs décimales.

1.5 Documents connexes

[USB 2.0] – Spécification Universal Serial Bus, révision 2.0, plus ECN et errata

http://www.usb.org/developers/docs/usb20_docs/.

[USB 3.2] – Spécification Universal Serial Bus 3.2, révision 1.0, 22 septembre 2017.

www.usb.org/developers/docs.

[USBTypeCAuthentication 1.0] – Spécification d'authentification pour Universal Serial Bus Type-C, révision 1.0, 25 mars 2016. www.usb.org/developers/docs.

[USBPDFirmwareUpdate 1.0] – Spécification de mise à jour du micrologiciel d'alimentation électrique par port Universal Serial Bus, révision 1.0, 15 septembre 2016.

<http://www.usb.org/developers/powerdelivery/>

[USBBC 1.2] – Spécification de charge de batterie Universal Serial Bus, révision 1.2, plus errata (citée dans le présent document en tant que Spécification de charge de batterie).

www.usb.org/developers/devclass_docs#approved.

[USBBridge 1.1] – Spécification de passerelle Universal Serial Bus Type-C, révision 1.1, 10 octobre 2017.

www.usb.org/developers/docs.

[USBTypeCBridge 1.0] – Spécification de passerelle Universal Serial Bus Type-C, révision 1.0, 25 mars 2016. www.usb.org/developers/docs.

[USBPD 2.0] – Spécification d'alimentation électrique par port Universal Serial Bus, révision 2, version 1.2, 25 mars 2016. www.usb.org/developers/docs.

[USBPDCompliance] – Plan de conformité de l'alimentation électrique par port USB, révision 1.02, version 2.0, 8 mars 2017 http://www.usb.org/developers/docs/devclass_docs/.

[USB Type-C 2.0] – Spécification de câble et de connecteur Universal Serial Bus Type-C, révision 2.0, à déterminer, août 2019. www.usb.org/developers/docs.

[IEC 60958-1] IEC 60958-1 Interface audionumérique – Partie 1: Généralités, Edition 3.0 2008-09 www.iec.ch

[IEC 60950-1] IEC 60950-1:2005 Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales: Amendement 1:2009, Amendement 2:2013

[IEC 62368-1] IEC 62368-1 Equipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité

[IEC 63002] Projet de CD pour l'IEC 63002 Méthode d'identification et d'interopérabilité des communications des alimentations externes utilisées avec les dispositifs informatiques portatifs.

[ISO 3166] ISO 3166 Norme internationale des codes des noms de pays et de leurs subdivisions.

http://www.iso.org/iso/home/standards/country_codes.htm.

[USB4] – Spécification Universal Serial Bus 4 (USB4™), version 1.0, août 2019.

www.usb.org/developers/docs.

[DP1.4] – Norme DisplayPort™ Alt Mode sur USB Type-C®, version 1.0b, 3 novembre 2017.

www.vesa.org.

[TBT3] voir **[USB4]**, Chapitre 13, pour le fonctionnement d'un dispositif Thunderbolt™ 3.