

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 978-2-8322-7646-4

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
100/3189/CDV	100/3251/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.

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 publication 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 1.2.

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: **1.2**
Release date: **21 June 2018**

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 ADDITIONALY 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>

All product names are trademarks, registered trademarks, or service marks of their respective owners.

Copyright © 2010-2018, 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.	Sathish Kumar	Cadence Design Systems, Inc.
Conrad Choy	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Ganesan	
Dennis Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Alessandro	Canova Tech
Steve Sedio	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Ingrassia	
Sunney Yang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Andrea Colognese	Canova Tech
Vicky Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Antonio Orzelli	Canova Tech
Joseph Scanlon	Advanced Micro Devices	Davide Ghedin	Canova Tech
Caspar Lin	Allion Labs, Inc.	Matteo Casalin	Canova Tech
Casper Lee	Allion Labs, Inc.	Michael Marioli	Canova Tech
Danny Shih	Allion Labs, Inc.	Nicola	Canova Tech
Howard Chang	Allion Labs, Inc.	Scantamburlo	
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-Strevens	Apple	Benjamin Kropf	Cypress Semiconductor
		Dhanraj Rajput	Cypress Semiconductor
		Ganesh	Cypress Semiconductor
		Subramaniam	
Corey Axelowitz	Apple	Jagadeesan Raj	Cypress Semiconductor
Corey Lange	Apple	Junjie cui	Cypress Semiconductor
Dave Conroy	Apple	Manu Kumar	Cypress Semiconductor
David Sekowski	Apple	Muthu M	Cypress Semiconductor
Girault Jones	Apple	Nicholas Bodnaruk	Cypress Semiconductor
James Orr	Apple	Pradeep Bajpai	Cypress Semiconductor
Jason Chung	Apple	Rajaram R	Cypress Semiconductor
Jay Kim	Apple	Rama Vakkantula	Cypress Semiconductor
Jeff Wilcox	Apple	Rushil Kadakia	Cypress Semiconductor
Jennifer Tsai	Apple	Simon Nguyen	Cypress Semiconductor
Karl Bowers	Apple	Steven Wong	Cypress Semiconductor
Keith Porthouse	Apple	Subu Sankaran	Cypress Semiconductor
Kevin Hsiue	Apple	Sumeet Gupta	Cypress Semiconductor
Matt Mora	Apple	Tejender Sheoran	Cypress Semiconductor
Paul Baker	Apple	Venkat	Cypress Semiconductor
Reese Schreiber	Apple	Mandagulathar	
Ruchi Chaturvedi	Apple	Xiaofeng Shen	Cypress Semiconductor
Sameer Kelkar	Apple	Zeng Wei	Cypress Semiconductor
Sasha Tietz	Apple	Adolfo Montero	Dell Inc.
Scott Jackson	Apple	Bruce Montag	Dell Inc.
Sree Raman	Apple	Gary Verdun	Dell Inc.
William Ferry	Apple	Merle Wood	Dell Inc.
Zaki Moussaoui	Apple	Mohammed Hijazi	Dell Inc.
Jeff Liu	ASMedia Technology Inc.	Siddhartha Reddy	Dell Inc.
Kuo Lung Li	ASMedia Technology Inc.	Bindhu Vasu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Ming-Wei Hsu	ASMedia Technology Inc.	Chanchal Gupta	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
PS Tseng	ASMedia Technology Inc.	Dipti Baheti	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Sam Tzeng	ASMedia Technology Inc.	Duc Doan	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Thomas Hsu	ASMedia Technology Inc.	Holger Petersen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weikao Chang	ASMedia Technology Inc.	Jianming Yao	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Yang Cheng	ASMedia Technology Inc.	John Shi	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Shawn Meng	Bizlink Technology Inc.	KE Hong	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Bernard Shyu	Bizlink Technology, Inc.	Kevin Mori	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Eric Wu	Bizlink Technology, Inc.	Larry Ping	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Morphy Hsieh	Bizlink Technology, Inc.	Mengfei Liu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Sean O'Neal	Bizlink Technology, Inc.	Scott Brown	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Tiffany Hsiao	Bizlink Technology, Inc.	Yimin Chen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weichung Ooi	Bizlink Technology, Inc.	Yong Li	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Rahul Bhushan	Broadcom Corp.	Dan Ellis	DisplayLink (UK) Ltd.
Asila nahas	Cadence Design Systems, Inc.	Jason Young	DisplayLink (UK) Ltd.
Claire Ying	Cadence Design Systems, Inc.	Kevin Jacobs	DisplayLink (UK) Ltd.
Jie min	Cadence Design Systems, Inc.	Paulo Alcobia	DisplayLink (UK) Ltd.
Mark Summers	Cadence Design Systems, Inc.	Peter Burgers	DisplayLink (UK) Ltd.
Michal Staworko	Cadence Design Systems, Inc.		

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

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

George Paparrizos	Qualcomm, Inc	Steven Ghang	Silicon Laboratories, Inc.
Giovanni Garcea	Qualcomm, Inc	Abhishek Sardeshpande	SiliConch Systems Private Limited
Jack Pham	Qualcomm, Inc	Aniket Mathad	SiliConch Systems Private Limited
James Goel	Qualcomm, Inc	Chandana N	SiliConch Systems Private Limited
Joshua Warner	Qualcomm, Inc	Jaswanth Ammineni	SiliConch Systems Private Limited
Karyn Vuong	Qualcomm, Inc	Jinisha Patel	SiliConch Systems Private Limited
Vamsi Samavedam	Qualcomm, Inc	Kaustubh Kumar	SiliConch Systems Private Limited
Vatsal Patel	Qualcomm, Inc	Nitish Nitish	SiliConch Systems Private Limited
Chris Sporck	Qualcomm, Inc.	Pavitra Balasubramanian	SiliConch Systems Private Limited
Craig Aiken	Qualcomm, Inc.	Rakesh Polasa	SiliConch Systems Private Limited
Narendra Mehta	Qualcomm, Inc.	Shubham Paliwal	SiliConch Systems Private Limited
Terry Remple	Qualcomm, Inc.	Vishnu Pusuluri	SiliConch Systems Private Limited
Will Kun	Qualcomm, Inc.	John Sisto	SMSC
Yoram Rimoni	Qualcomm, Inc.	Ken Gay	SMSC
Tsung-Peng Chuang	Realtek Semiconductor Corp.	Mark Bohm	SMSC
Atsushi Mitamura	Renesas Electronics Corp.	Richard Wahler	SMSC
Bob Dunstan	Renesas Electronics Corp.	Shannon Cash	SMSC
Brian Allen	Renesas Electronics Corp.	Tim Knowlton	SMSC
Dan Aoki	Renesas Electronics Corp.	William Chiechi	SMSC
Hajime Nozaki	Renesas Electronics Corp.	Shigenori Tagami	Sony Corporation
John Carpenter	Renesas Electronics Corp.	Shinichi Hirata	Sony Corporation
Kiichi Muto	Renesas Electronics Corp.	Amanda Hosler	Specwerkz
Masami Katagiri	Renesas Electronics Corp.	Bob Dunstan	Specwerkz
Nobuo Furuya	Renesas Electronics Corp.	Diane Lenox	Specwerkz
Patrick Yu	Renesas Electronics Corp.	Michael Munn	StarTech.com Ltd.
Peter Teng	Renesas Electronics Corp.	Fabien Friess	ST-Ericsson
Philip Leung	Renesas Electronics Corp.	Giuseppe Platania	ST-Ericsson
Steve Roux	Renesas Electronics Corp.	Jean-Francois Gatto	ST-Ericsson
Tetsu Sato	Renesas Electronics Corp.	Milan Stamenkovic	ST-Ericsson
Toshifumi Yamaoka	Renesas Electronics Corp.	Nicolas Florenchie	ST-Ericsson
Chunan Kuo	Richtek Technology Corporation	Patrizia Milazzo	ST-Ericsson
Heinz Wei	Richtek Technology Corporation	Christophe Cochard	STMicroelectronics
TZUHSIEN CHUANG	Richtek Technology Corporation	Christophe Lorin	STMicroelectronics
Tatsuya Irisawa	Ricoh Company Ltd.	Jessy Guilbot	STMicroelectronics
Akihiro Ono	Rohm Co. Ltd.	Joel Huloux	STMicroelectronics
Chris Lin	Rohm Co. Ltd.	John Bloomfield	STMicroelectronics
Hidenori Nishimoto	Rohm Co. Ltd.	Massimo Panzica	STMicroelectronics
Kris Bahar	Rohm Co. Ltd.	Meriem Mersel	STMicroelectronics
Manabu Miyata	Rohm Co. Ltd.	Nathalie Ballot	STMicroelectronics
Ruben Balbuena	Rohm Co. Ltd.	Pascal Legrand	STMicroelectronics
Takashi Sato	Rohm Co. Ltd.	Patrizia Milazzo	STMicroelectronics
Vijendra Kuroodi	Rohm Co. Ltd.	Richard O'Connor	STMicroelectronics
Yusuke Kondo	Rohm Co. Ltd.	Morten Christiansen	Synopsys, Inc.
Kazuomi Nagai	ROHM Co., Ltd.	Nivin George	Synopsys, Inc.
Matti Kulmala	Salcomp Plc	Zongyao Wen	Synopsys, Inc.
Toni Lehimo	Salcomp Plc	Joan Marrinan	Tektronix
Tong Kim	Samsung Electronics Co. Ltd.	Kimberley McKay	Teledyne-LeCroy
Alvin Cox	Seagate Technology LLC	Matthew Dunn	Teledyne-LeCroy
Emmanuel Lemay	Seagate Technology LLC	Tony Minchell	Teledyne-LeCroy
John Hein	Seagate Technology LLC	Anand Dabak	Texas Instruments
Marc Noblitt	Seagate Technology LLC	Bill Waters	Texas Instruments
Michael Morgan	Seagate Technology LLC	Bing Lu	Texas Instruments
Ronald Rueckert	Seagate Technology LLC	Deric Waters	Texas Instruments
Tony Priborsky	Seagate Technology LLC	Grant Ley	Texas Instruments
Chin Chang	Semtech Corporation	Gregory Watkins	Texas Instruments
Tom Farkas	Semtech Corporation	Ingolf Frank	Texas Instruments
Ning Dai	Silergy Corp.	Ivo Huber	Texas Instruments
Wanfeng Zhang	Silergy Corp.	Javed Ahmad	Texas Instruments
Kafai Leung	Silicon Laboratories, Inc.		
Kok Hong Soh	Silicon Laboratories, Inc.		
Sorin Badiu	Silicon Laboratories, Inc.		

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
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

Table of Contents

INTELLECTUAL PROPERTY DISCLAIMER	6
Chairs	7
Editors	7
Contributors	7
Revision History	13
Table of Contents	14
List of Tables	20
List of Figures	26
1. Introduction	34
1.1 Overview	34
1.2 Purpose	35
1.3 Scope	35
1.4 Conventions	35
1.4.1 Precedence	35
1.4.2 Keywords	36
1.4.3 Numbering	37
1.5 Related Documents	37
1.6 Terms and Abbreviations	38
1.7 Parameter Values	45
1.8 Changes from Revision 2.0	46
1.9 Compatibility with Revision 2.0	46
2. Overview	46
2.1 Introduction	46
2.2 Section Overview	47
2.3 Revision 2.0 Changes and Compatibility	48
2.3.1 Changes from Revision 2.0	48
2.3.2 Compatibility with Revision 2.0	48
2.4 USB Power Delivery Capable Devices	49
2.5 SOP* Communication	50
2.5.1 Introduction	50
2.5.2 SOP* Collision Avoidance	50
2.5.3 SOP Communication	50
2.5.4 SOP*/SOP'' Communication with Cable Plugs	50
2.6 Operational Overview	52
2.6.1 Source Operation	52
2.6.2 Sink Operation	55
2.6.3 Cable Plugs	57
2.7 Architectural Overview	58
2.7.1 Policy	60
2.7.2 Message Formation and Transmission	61
2.7.3 Collision Avoidance	61
2.7.4 Power supply	61
2.7.5 DFP/UFP	62

2.7.6	Cable and Connectors	62
2.7.7	Interactions between Non-PD, BC and PD devices	62
2.7.8	Power Rules	63
3.	USB Type-A and USB Type-B Cable Assemblies and Connectors	63
4.	Electrical Requirements.....	63
4.1	Interoperability with other USB Specifications	63
4.2	Dead Battery Detection / Unpowered Port Detection.....	63
4.3	Cable IR Ground Drop (IR Drop)	63
4.4	Cable Type Detection.....	63
5.	Physical Layer.....	64
5.1	Physical Layer Overview	64
5.2	Physical Layer Functions.....	64
5.3	Symbol Encoding	65
5.4	Ordered Sets.....	66
5.5	Transmitted Bit Ordering	66
5.6	Packet Format.....	68
5.6.1	Packet Framing	68
5.6.2	CRC	70
5.6.3	Packet Detection Errors.....	72
5.6.4	Hard Reset	72
5.6.5	Cable Reset.....	72
5.7	Collision Avoidance	73
5.8	Biphase Mark Coding (BMC) Signaling Scheme	73
5.8.1	Encoding and signaling.....	74
5.8.2	Transmit and Receive Masks.....	76
5.8.3	Transmitter Load Model	82
5.8.4	BMC Common specifications	83
5.8.5	BMC Transmitter Specifications	84
5.8.6	BMC Receiver Specifications	86
5.9	Built in Self-Test (BIST).....	89
5.9.1	BIST Carrier Mode.....	89
5.9.2	BIST Test Data	89
6.	Protocol Layer	89
6.1	Overview.....	89
6.2	Messages.....	89
6.2.1	Message Construction	90
6.3	Control Message	98
6.3.1	GoodCRC Message	99
6.3.2	GotoMin Message.....	100
6.3.3	Accept Message	100
6.3.4	Reject Message.....	100
6.3.5	Ping Message.....	101
6.3.6	PS_RDY Message	101
6.3.7	Get_Source_Cap Message	101
6.3.8	Get_Sink_Cap Message	101
6.3.9	DR_Swap Message	101
6.3.10	PR_Swap Message.....	102
6.3.11	VCONN_Swap Message	102

6.3.12	Wait Message	103
6.3.13	Soft Reset Message	104
6.3.14	Not_Supported Message	104
6.3.15	Get_Source_Cap_Extended Message.....	104
6.3.16	Get_Status Message	104
6.3.17	FR_Swap Message.....	104
6.3.18	Get_PPS_Status.....	105
6.3.19	Get_Country_Codes	105
6.3.20	Get_Sink_Cap_Extended Message.....	105
6.4	Data Message	105
6.4.1	Capabilities Message.....	106
6.4.2	Request Message.....	115
6.4.3	BIST Message	119
6.4.4	Vendor Defined Message.....	120
6.4.5	Battery_Status Message	143
6.4.6	Alert Message	144
6.4.7	Get_Country_Info Message	145
6.5	Extended Message.....	145
6.5.1	Source_Capabilities_Extended Message	146
6.5.2	Status Message.....	150
6.5.3	Get_Battery_Cap Message	153
6.5.4	Get_Battery_Status Message	153
6.5.5	Battery_Capabilities Message.....	154
6.5.6	Get_Manufacturer_Info Message	154
6.5.7	Manufacturer_Info Message	155
6.5.8	Security Messages	156
6.5.9	Firmware Update Messages	156
6.5.10	PPS_Status Message	157
6.5.11	Country_Codes Message.....	158
6.5.12	Country_Info Message.....	158
6.5.13	Sink_Capabilities_Extended Message	159
6.6	Timers.....	162
6.6.1	CRCReceiveTimer	162
6.6.2	SenderResponseTimer	163
6.6.3	Capability Timers.....	163
6.6.4	Wait Timers and Times	164
6.6.5	Power Supply Timers.....	164
6.6.6	NoResponseTimer	165
6.6.7	BIST Timers	166
6.6.8	Power Role Swap Timers.....	166
6.6.9	Soft Reset Timers.....	166
6.6.10	Hard Reset Timers.....	166
6.6.11	Structured VDM Timers	167
6.6.12	Vconn Timers	168
6.6.13	tCableMessage.....	168
6.6.14	DiscoverIdentityTimer	168
6.6.15	Collision Avoidance Timers.....	168
6.6.16	Fast Role Swap Timers.....	169
6.6.17	Chunking Timers	169

6.6.18	Programmable Power Supply Timers	170
6.6.19	Time Values and Timers	170
6.7	Counters	173
6.7.1	MessageID Counter	173
6.7.2	Retry Counter	173
6.7.3	Hard Reset Counter	174
6.7.4	Capabilities Counter	174
6.7.5	Discover Identity Counter	174
6.7.6	VDMBusyCounter	174
6.7.7	Counter Values and Counters	174
6.8	Reset	175
6.8.1	Soft Reset and Protocol Error	175
6.8.2	Hard Reset	177
6.8.3	Cable Reset.....	177
6.9	Collision Avoidance	178
6.10	Message Discarding	178
6.11	State behavior	179
6.11.1	Introduction to state diagrams used in Chapter 6	179
6.11.2	State Operation	179
6.11.3	List of Protocol Layer States	197
6.12	Message Applicability.....	198
6.12.1	Applicability of Control Messages	199
6.12.2	Applicability of Data Messages	200
6.12.3	Applicability of Extended Messages	201
6.12.4	Applicability of Structured VDM Commands	202
6.12.5	Applicability of Reset Signaling.....	203
6.12.6	Applicability of Fast Role Swap signal	203
6.13	Value Parameters.....	203
7.	Power Supply	203
7.1	Source Requirements	203
7.1.1	Behavioral Aspects	203
7.1.2	Source Bulk Capacitance.....	204
7.1.3	Types of Sources.....	204
7.1.4	Source Transitions.....	204
7.1.5	Response to Hard Resets.....	210
7.1.6	Changing the Output Power Capability	211
7.1.7	Robust Source Operation	211
7.1.8	Output Voltage Tolerance and Range	212
7.1.9	Charging and Discharging the Bulk Capacitance on V_{BUS}	213
7.1.10	Swap Standby for Sources.....	213
7.1.11	Source Peak Current Operation	214
7.1.12	Source Capabilities Extended Parameters	214
7.1.13	Fast Role Swap	216
7.1.14	Non-application of V_{BUS} Slew Rate Limits.....	218
7.2	Sink Requirements	218
7.2.1	Behavioral Aspects	218
7.2.2	Sink Bulk Capacitance	218
7.2.3	Sink Standby	218

7.2.4	Suspend Power Consumption	219
7.2.5	Zero Negotiated Current	219
7.2.6	Transient Load Behavior	219
7.2.7	Swap Standby for Sinks	219
7.2.8	Sink Peak Current Operation	219
7.2.9	Robust Sink Operation	220
7.2.10	Fast Role Swap	221
7.3	Transitions	221
7.3.1	Increasing the Current	222
7.3.2	Increasing the Voltage	224
7.3.3	Increasing the Voltage and Current	226
7.3.4	Increasing the Voltage and Decreasing the Current	228
7.3.5	Decreasing the Voltage and Increasing the Current	230
7.3.6	Decreasing the Current	232
7.3.7	Decreasing the Voltage	234
7.3.8	Decreasing the Voltage and the Current	236
7.3.9	Sink Requested Power Role Swap	238
7.3.10	Source Requested Power Role Swap	241
7.3.11	GotoMin Current Decrease	244
7.3.12	Source Initiated Hard Reset	246
7.3.13	Sink Initiated Hard Reset	248
7.3.14	No change in Current or Voltage	250
7.3.15	Fast Role Swap	252
7.3.16	Increasing the Programmable Power Supply Voltage	254
7.3.17	Decreasing the Programmable Power Supply Voltage	256
7.3.18	Changing the Source PDO or APDO	258
7.3.19	Increasing the Programmable Power Supply Current	260
7.3.20	Decreasing the Programmable Power Supply Current	262
7.3.21	Same Request Programmable Power Supply	264
7.4	Electrical Parameters	265
7.4.1	Source Electrical Parameters	265
7.4.2	Sink Electrical Parameters	269
7.4.3	Common Electrical Parameters	270
8.	Device Policy	271
8.1	Overview	271
8.2	Device Policy Manager	271
8.2.1	Capabilities	272
8.2.2	System Policy	272
8.2.3	Control of Source/Sink	272
8.2.4	Cable Detection	273
8.2.5	Managing Power Requirements	273
8.2.6	Use of “Unconstrained Power” bit with Batteries and AC supplies	275
8.2.7	Interface to the Policy Engine	277
8.3	Policy Engine	277
8.3.1	Introduction	277
8.3.2	Atomic Message Sequence Diagrams	278
8.3.3	State Diagrams	410
9.	States and Status Reporting	476

9.1 Overview	476
9.1.1 PDUSB Device and Hub Requirements	478
9.1.2 Mapping to USB Device States	478
9.1.3 PD Software Stack	481
9.1.4 PDUSB Device Enumeration	481
9.2 PD Specific Descriptors	483
9.2.1 USB Power Delivery Capability Descriptor	483
9.2.2 Battery Info Capability Descriptor	484
9.2.3 PD Consumer Port Capability Descriptor	485
9.2.4 PD Provider Port Capability Descriptor	485
9.3 PD Specific Requests and Events	486
9.3.1 PD Specific Requests	486
9.4 PDUSB Hub and PDUSB Peripheral Device Requests	487
9.4.1 GetBatteryStatus	487
9.4.2 SetPDFeature	488
10. Power Rules	490
10.1 Introduction	490
10.2 Source Power Rules	490
10.2.1 Source Power Rule Considerations	490
10.2.2 Normative Voltages and Currents	491
10.2.3 Optional Voltages/Currents	493
10.2.4 Power sharing between ports	495
10.3 Sink Power Rules	495
10.3.1 Sink Power Rule Considerations	495
10.3.2 Normative Sink Rules	495
A. CRC calculation	496
A.1 C code example	496
A.2 Table showing the full calculation over one Message	498
B. PD Message Sequence Examples	499
B.1 External power is supplied downstream	499
B.2 External power is supplied upstream	502
B.3 Giving back power	508
C. VDM Command Examples	518
C.1 Discover Identity Example	518
C.1.1 Discover Identity Command request	518
C.1.2 Discover Identity Command response – Active Cable	518
C.1.3 Discover Identity Command response – Hub	520
C.2 Discover SVIDs Example	521
C.2.1 Discover SVIDs Command request	521
C.2.1 Discover SVIDs Command response	521
C.3 Discover Modes Example	522
C.3.1 Discover Modes Command request	522
C.3.2 Discover Modes Command response	522
C.4 Enter Mode Example	523
C.4.1 Enter Mode Command request	523
C.4.2 Enter Mode Command response	523
C.4.1 Enter Mode Command request with additional VDO	524
C.5 Exit Mode Example	525

C.5.1	Exit Mode Command request	525
C.5.2	Exit Mode Command response	525
C.6	Attention Example	526
C.6.1	Attention Command request	526
C.6.2	Attention Command request with additional VDO	526
D.	BMC Receiver Design Examples	527
D.1	Finite Difference Scheme	527
D.1.1	Sample Circuitry	527
D.1.2	Theory	527
D.1.3	Data Recovery	529
D.1.4	Noise Zone and Detection Zone	530
D.2	Subtraction Scheme	530
D.2.1	Sample Circuitry	530
D.2.2	Output of Each Circuit Block	531
D.2.3	Subtractor Output at Power Source and Power Sink	531
D.2.4	Noise Zone and Detection Zone	532
E.	FRS System Level Example	532
E.1	Overview	532
E.2	FRS Initial Setup	534
E.3	FRS Process	536

List of Tables

Table 1-1	Terms and Abbreviations	38
Table 5-1	4b5b Symbol Encoding Table	65
Table 5-2	Ordered Sets	66
Table 5-3	Validation of Ordered Sets	66
Table 5-4	Data Size	67
Table 5-5	SOP ordered set	68
Table 5-6	SOP' ordered set	69
Table 5-7	SOP'' ordered set	69
Table 5-8	SOP'_Debug ordered set	69
Table 5-9	SOP''_Debug ordered set	70
Table 5-10	CRC-32 Mapping	71
Table 5-11	Hard Reset ordered set	72
Table 5-12	Cable Reset ordered set	72
Table 5-13	Rp values used for Collision Avoidance	73
Table 5-14	BMC Tx Mask Definition, X Values	77
Table 5-15	BMC Tx Mask Definition, Y Values	78
Table 5-16	BMC Rx Mask Definition	82
Table 5-17	BMC Common Normative Requirements	83
Table 5-18	BMC Transmitter Normative Requirements	84
Table 5-19	BMC Receiver Normative Requirements	86
Table 6-1	Message Header	90
Table 6-2	Revision Interoperability during an Explicit Contract	93

Table 6-3 Extended Message Header	94
Table 6-4 Use of Unchunked Message Supported bit	95
Table 6-5 Control Message Types	99
Table 6-6 Data Message Types	106
Table 6-7 Power Data Object	107
Table 6-8 Augmented Power Data Object	107
Table 6-9 Fixed Supply PDO - Source	109
Table 6-10 Fixed Power Source Peak Current Capability	111
Table 6-11 Variable Supply (non-Battery) PDO - Source	111
Table 6-12 Battery Supply PDO - Source	111
Table 6-13 Programmable Power Supply APDO - Source	112
Table 6-14 Fixed Supply PDO - Sink	113
Table 6-15 Variable Supply (non-Battery) PDO - Sink	114
Table 6-16 Battery Supply PDO - Sink	114
Table 6-17 Programmable Power Supply APDO - Sink	114
Table 6-18 Fixed and Variable Request Data Object	115
Table 6-19 Fixed and Variable Request Data Object with GiveBack Support	115
Table 6-20 Battery Request Data Object	115
Table 6-21 Battery Request Data Object with GiveBack Support	116
Table 6-22 Programmable Request Data Object	116
Table 6-23 BIST Data Object	119
Table 6-24 Unstructured VDM Header	121
Table 6-25 Structured VDM Header	121
Table 6-26 Structured VDM Commands	122
Table 6-27 SVID Values	122
Table 6-28 Commands and Responses	124
Table 6-29 ID Header VDO	125
Table 6-30 Product Types (UFP)	126
Table 6-31 Product Types (Cable Plug)	127
Table 6-32 Product Types (DFP)	127
Table 6-33 Cert Stat VDO	127
Table 6-34 Product VDO	128
Table 6-35 Passive Cable VDO	128
Table 6-36 Active Cable VDO 1	130
Table 6-37 Active Cable VDO 2	132
Table 6-38 AMA VDO	133
Table 6-39 VPD VDO	134
Table 6-40 Discover SVIDs Responder VDO	135
Table 6-41 Battery Status Data Object (BSDO)	143
Table 6-42 Alert Data Object	144
Table 6-43 Country Code Data Object	145
Table 6-44 Extended Message Types	146
Table 6-45 Source Capabilities Extended Data Block (SCEDB)	147

Table 6-46 SOP Status Data Block (SDB)	151
Table 6-47 SOP'/SOP'' Status Data Block (SDB)	153
Table 6-48 Get Battery Cap Data Block (GBCDB)	153
Table 6-49 Get Battery Status Data Block (GBSDB).....	154
Table 6-50 Battery Capability Data Block (BCDB)	154
Table 6-51 Get Manufacturer Info Data Block (GMIDB)	155
Table 6-52 Manufacturer Info Data Block (MIDB)	155
Table 6-53 PPS Status Data Block (PPSSDB)	157
Table 6-54 Country Codes Data Block (CCDB)	158
Table 6-55 Country Info Data Block (CIDB).....	159
Table 6-56 Sink Capabilities Extended Data Block (SKEDB)	159
Table 6-57 Time Values	171
Table 6-58 Timers.....	172
Table 6-59 Counter parameters	174
Table 6-60 Counters	174
Table 6-61 Response to an incoming Message (except VDM)	176
Table 6-62 Response to an incoming VDM.....	176
Table 6-63 Message discarding	178
Table 6-64 Protocol Layer States.....	197
Table 6-65 Applicability of Control Messages.....	199
Table 6-66 Applicability of Data Messages.....	200
Table 6-67 Applicability of Extended Messages	201
Table 6-68 Applicability of Structured VDM Commands.....	202
Table 6-69 Applicability of Reset Signaling	203
Table 6-70 Applicability of Fast Role Swap signal	203
Table 6-71 Value Parameters	203
Table 7-1 Sequence Description for Increasing the Current	223
Table 7-2 Sequence Description for Increasing the Voltage	225
Table 7-3 Sequence Diagram for Increasing the Voltage and Current	227
Table 7-4 Sequence Description for Increasing the Voltage and Decreasing the Current.....	229
Table 7-5 Sequence Description for Decreasing the Voltage and Increasing the Current.....	231
Table 7-6 Sequence Description for Decreasing the Current	233
Table 7-7 Sequence Description for Decreasing the Voltage	235
Table 7-8 Sequence Description for Decreasing the Voltage and the Current.....	237
Table 7-9 Sequence Description for a Sink Requested Power Role Swap	239
Table 7-10 Sequence Description for a Source Requested Power Role Swap	242
Table 7-11 Sequence Description for a GotoMin Current Decrease	245
Table 7-12 Sequence Description for a Source Initiated Hard Reset	247
Table 7-13 Sequence Description for a Sink Initiated Hard Reset	249
Table 7-14 Sequence Description for no change in Current or Voltage.....	251
Table 7-15 Sequence Description for Fast Role Swap.....	252
Table 7-16 Sequence Description for Increasing the Programmable Power Supply Voltage	254

Table 7-17 Sequence Description for Decreasing the Programmable Power Supply Voltage	256
Table 7-18 Sequence Description for Changing the Source PDO or APDO	258
Table 7-19 Sequence Description for increasing the Current in PPS mode.....	260
Table 7-20 Sequence Description for decreasing the Current in PPS mode	262
Table 7-21 Sequence Description for increasing the Current in PPS mode.....	264
Table 7-22 Source Electrical Parameters	265
Table 7-23 Sink Electrical Parameters	269
Table 7-24 Common Source/Sink Electrical Parameters.....	270
Table 8-1 Basic Message Flow	278
Table 8-2 Potential issues in Basic Message Flow	279
Table 8-3 Basic Message Flow with CRC failure	280
Table 8-4 Interruptible and Non-interruptible AMS	282
Table 8-5 Steps for a successful Power Negotiation.....	284
Table 8-6 Steps for a GotoMin Negotiation	287
Table 8-7 Steps for a successful Power Negotiation.....	289
Table 8-8 Steps for a Soft Reset	292
Table 8-9 Steps for Source initiated Hard Reset	295
Table 8-10 Steps for Sink initiated Hard Reset.....	298
Table 8-11 Steps for Source initiated Hard Reset – Sink long reset	301
Table 8-12 Steps for a Successful Source Initiated Power Role Swap Sequence	304
Table 8-13 Steps for a Successful Sink Initiated Power Role Swap Sequence	307
Table 8-14 Steps for a Successful Fast Role Swap Sequence.....	312
Table 8-15 Steps for Data Role Swap, UFP operating as Sink initiates	315
Table 8-16 Steps for Data Role Swap, UFP operating as Source initiates	317
Table 8-17 Steps for Data Role Swap, DFP operating as Source initiates	319
Table 8-18 Steps for Data Role Swap, DFP operating as Sink initiates	321
Table 8-19 Steps for Source to Sink Vconn Source Swap	323
Table 8-20 Steps for Sink to Source Vconn Source Swap	326
Table 8-21 Steps for Source Alert to Sink	329
Table 8-22 Steps for Sink Alert to Source	330
Table 8-23 Steps for a Sink getting Source Status Sequence.....	331
Table 8-24 Steps for a Source getting Sink Status Sequence.....	333
Table 8-25 Steps for a Sink getting Source PPS status Sequence	335
Table 8-26 Steps for a Sink getting Source Capabilities Sequence	337
Table 8-27 Steps for a Dual-Role Source getting Dual-Role Sink's capabilities as a Source Sequence	339
Table 8-28 Steps for a Source getting Sink Capabilities Sequence	341
Table 8-29 Steps for a Dual-Role Sink getting Dual-Role Source capabilities as a Sink Sequence	343
Table 8-30 Steps for a Sink getting Source extended capabilities Sequence.....	345
Table 8-31 Steps for a Dual-Role Source getting Dual-Role Sink extended capabilities Sequence	347
Table 8-32 Steps for a Sink getting Source Battery capabilities Sequence	349

Table 8-33 Steps for a Source getting Sink Battery capabilities Sequence	351
Table 8-34 Steps for a Sink getting Source Battery status Sequence	353
Table 8-35 Steps for a Source getting Sink Battery status Sequence	355
Table 8-36 Steps for a Source getting Sink's Port Manufacturer Information Sequence.....	357
Table 8-37 Steps for a Source getting Sink's Port Manufacturer Information Sequence.....	359
Table 8-38 Steps for a Source getting Sink's Battery Manufacturer Information Sequence	361
Table 8-39 Steps for a Source getting Sink's Battery Manufacturer Information Sequence	363
Table 8-40 Steps for a Vconn Source getting Sink's Port Manufacturer Information Sequence	365
Table 8-41 Steps for a Source getting Country Codes Sequence	367
Table 8-42 Steps for a Source getting Sink's Country Codes Sequence	369
Table 8-43 Steps for a Vconn Source getting Sink's Country Codes Sequence	371
Table 8-44 Steps for a Source getting Country Information Sequence.....	373
Table 8-45 Steps for a Source getting Sink's Country Information Sequence	375
Table 8-46 Steps for a Vconn Source getting Sink's Country Information Sequence.....	377
Table 8-47 Steps for a Source requesting a security exchange with a Sink Sequence.....	379
Table 8-48 Steps for a Sink requesting a security exchange with a Source Sequence.....	381
Table 8-49 Steps for a Vconn Source requesting a security exchange with a Cable Plug Sequence	383
Table 8-50 Steps for a Source requesting a firmware update exchange with a Sink Sequence	385
Table 8-51 Steps for a Sink requesting a firmware update exchange with a Source Sequence	387
Table 8-52 Steps for a Vconn Source requesting a firmware update exchange with a Cable Plug Sequence	389
Table 8-53 Steps for DFP to UFP Discover Identity.....	391
Table 8-54 Steps for Source Port to Cable Plug Discover Identity	393
Table 8-55 Steps for DFP to Cable Plug Discover Identity.....	395
Table 8-56 Steps for DFP to UFP Enter Mode.....	397
Table 8-57 Steps for DFP to UFP Exit Mode	399
Table 8-58 Steps for DFP to Cable Plug Enter Mode.....	401
Table 8-59 Steps for DFP to Cable Plug Exit Mode	403
Table 8-60 Steps for UFP to DFP Attention.....	405
Table 8-61 Steps for BIST Carrier Mode Test	407
Table 8-62 Steps for BIST Test Data Test.....	409
Table 8-63 Policy Engine States	471
Table 9-1 USB Power Delivery Type Codes	483
Table 9-2 USB Power Delivery Capability Descriptor	483
Table 9-3 Battery Info Capability Descriptor.....	484
Table 9-4 PD Consumer Port Descriptor	485
Table 9-5 PD Provider Port Descriptor	485
Table 9-6 PD Requests.....	486
Table 9-7 PD Request Codes.....	486

Table 9-8 PD Feature Selectors	486
Table 9-9 Battery Status Structure	487
Table 9-10 Battery Wake Mask	488
Table 9-11 Charging Policy Encoding	489
Table 10-1 Considerations for Sources	490
Table 10-2 Normative Voltages and Minimum Currents	491
Table 10-3 Fixed Supply PDO – Source 5V	492
Table 10-4 Fixed Supply PDO – Source 9V	493
Table 10-5 Fixed Supply PDO – Source 15V	493
Table 10-6 Fixed Supply PDO – Source 20V	493
Table 10-7 Programmable Power Supply PDOs and APDOs based on the PDP	494
Table 10-8 Programmable Power Supply Voltage Ranges	494
Table B-1 External power is supplied downstream	500
Table B-2 External power is supplied upstream	503
Table B-3 Giving back power	508
Table C-1 Discover Identity Command request from Initiator Example	518
Table C-2 Discover Identity Command response from Active Cable Responder Example	519
Table C-3 Discover Identity Command response from Hub Responder Example	520
Table C-4 Discover SVIDs Command request from Initiator Example	521
Table C-5 Discover SVIDs Command response from Responder Example	521
Table C-6 Discover Modes Command request from Initiator Example	522
Table C-7 Discover Modes Command response from Responder Example	522
Table C-8 Enter Mode Command request from Initiator Example	523
Table C-9 Enter Mode Command response from Responder Example	524
Table C-10 Enter Mode Command request from Initiator Example	524
Table C-11 Exit Mode Command request from Initiator Example	525
Table C-12 Exit Mode Command response from Responder Example	525
Table C-13 Attention Command request from Initiator Example	526
Table C-14 Attention Command request from Initiator with additional VDO Example	526
Table E-1: Sequence Table for setup of a Fast Role Swap (Hub connected to Power Adapter first)	534
Table E-2 Sequence Table for setup of a Fast Role Swap (Hub connected to Notebook before Power Adapter)	535
Table E-3 Sequence Table for slow Vbus discharge (it discharges after FR_Swap message is sent)	537
Table E-4 Vbus discharges quickly after adapter disconnected.	538

List of Figures

Figure 2-1 Logical Structure of USB Power Delivery Capable Devices	49
Figure 2-2 Example SOP' Communication between VCONN Source and Cable Plug(s)	51
Figure 2-3 USB Power Delivery Communications Stack	58
Figure 2-4 USB Power Delivery Communication Over USB	59
Figure 2-5 High Level Architecture View	60
Figure 5-1 Interpretation of ordered sets	66
Figure 5-2 Transmit Order for Various Sizes of Data	67
Figure 5-3 USB Power Delivery Packet Format	68
Figure 5-4 CRC 32 generation	71
Figure 5-5 Line format of Hard Reset	72
Figure 5-6 Line format of Cable Reset	73
Figure 5-7 BMC Example	74
Figure 5-8 BMC Transmitter Block Diagram	74
Figure 5-9 BMC Receiver Block Diagram	74
Figure 5-10 BMC Encoded Start of Preamble	75
Figure 5-11 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by Zero with High-to-Low Last Transition	75
Figure 5-12 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by One with High-to-Low Last Transition	75
Figure 5-13 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by Zero with Low to High Last Transition	76
Figure 5-14 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by One with Low to High Last Transition	76
Figure 5-15 BMC Tx 'ONE' Mask	77
Figure 5-16 BMC Tx 'ZERO' Mask	77
Figure 5-17 BMC Rx 'ONE' Mask when Sourcing Power	79
Figure 5-18 BMC Rx 'ZERO' Mask when Sourcing Power	80
Figure 5-19 BMC Rx 'ONE' Mask when Power neutral	80
Figure 5-20 BMC Rx 'ZERO' Mask when Power neutral	81
Figure 5-21 BMC Rx 'ONE' Mask when Sinking Power	81
Figure 5-22 BMC Rx 'ZERO' Mask when Sinking Power	82
Figure 5-23 Transmitter Load Model for BMC Tx from a Source	83
Figure 5-24 Transmitter Load Model for BMC Tx from a Sink	83
Figure 5-25 Transmitter diagram illustrating zDriver	85
Figure 5-26 Inter-Frame Gap Timings	85
Figure 5-27 Example Multi-Drop Configuration showing two DRPs	87
Figure 5-28 Example Multi-Drop Configuration showing a DFP and UFP	88
Figure 5-29 Test Data Frame	89
Figure 6-1 USB Power Delivery Packet Format including Control Message Payload	90
Figure 6-2 USB Power Delivery Packet Format including Data Message Payload	90
Figure 6-3 USB Power Delivery Packet Format including an Extended Message Header and Payload	90
Figure 6-4 Example Security_Request sequence Unchunked (Chunked bit = 0)	96

Figure 6-5 Example byte transmission for Security_Request Message of Data Size 7 (Chunked bit is set to 0).....	96
Figure 6-6 Example byte transmission for Security_Response Message of Data Size 7 (Chunked bit is set to 0).....	96
Figure 6-7 Example Security_Request sequence Chunked (Chunked bit = 1).....	97
Figure 6-8 Example Security_Request Message of Data Size 7 (Chunked bit set to 1).....	97
Figure 6-9 Example Chunk 0 of Security_Response Message of Data Size 30 (Chunked bit set to 1)	98
Figure 6-10 Example byte transmission for a Security_Request Message Chunk request (Chunked bit is set to 1)	98
Figure 6-11 Example Chunk 1 of Security_Response Message of Data Size 30 (Chunked bit set to 1)	98
Figure 6-12 Example Capabilities Message with 2 Power Data Objects.....	106
Figure 6-13 BIST Message	119
Figure 6-14 Vendor Defined Message	120
Figure 6-15 Discover Identity Command response	125
Figure 6-16 Example Discover SVIDs response with 3 SVIDs	135
Figure 6-17 Example Discover SVIDs response with 4 SVIDs	136
Figure 6-18 Example Discover SVIDs response with 12 SVIDs followed by an empty response.....	136
Figure 6-19 Example Discover Modes response for a given SVID with 3 Modes.....	136
Figure 6-20 Successful Enter Mode sequence	137
Figure 6-21 Enter Mode sequence Interrupted by Source Capabilities and then Re-run	138
Figure 6-22 Unsuccessful Enter Mode sequence due to NAK.....	138
Figure 6-23 Exit Mode sequence.....	139
Figure 6-24 Attention Command request/response sequence.....	140
Figure 6-25 Command request/response sequence.....	140
Figure 6-26 Enter/Exit Mode Process.....	142
Figure 6-27 Battery_Status Message	143
Figure 6-28 Alert Message.....	144
Figure 6-29 Get_Country_Info Message.....	145
Figure 6-30 Source_Capabilities_Extended Message.....	146
Figure 6-31 SOP Status Message	150
Figure 6-32 SOP'/SOP'' Status Message	152
Figure 6-33 Get_Battery_Cap Message	153
Figure 6-34 Get_Battery_Status Message.....	153
Figure 6-35 Battery_Capabilities Message	154
Figure 6-36 Get_Manufacturer_Info Message	155
Figure 6-37 Manufacturer_Info Message.....	155
Figure 6-38 Security_Request Message.....	156
Figure 6-39 Security_Response Message	156
Figure 6-40 Firmware_Update_Request Message	157
Figure 6-41 Firmware_Update_Response Message	157
Figure 6-42 PPS_Status Message	157
Figure 6-43 Country_Codes Message	158

Figure 6-44 Country_Info Message	158
Figure 6-45 Sink_Capabilities_Extended Message	159
Figure 6-46 Outline of States	179
Figure 6-47 References to states	179
Figure 6-48 Chunking architecture Showing Message and Control Flow	180
Figure 6-49 Chunked Rx State Diagram	181
Figure 6-50 Chunked Tx State Diagram	183
Figure 6-51 Chunked Message Router State Diagram	186
Figure 6-52 Common Protocol Layer Message transmission State Diagram	187
Figure 6-53 Source Protocol Layer Message transmission State Diagram	190
Figure 6-54 Sink Protocol Layer Message transmission State Diagram	191
Figure 6-55 Protocol layer Message reception	192
Figure 6-56 Hard/Cable Reset	194
Figure 7-1 Placement of Source Bulk Capacitance	204
Figure 7-2 Transition Envelope for Positive Voltage Transitions	205
Figure 7-3 Transition Envelope for Negative Voltage Transitions	205
Figure 7-4 PPS Positive Voltage Transitions	207
Figure 7-5 PPS Negative Voltage Transitions	207
Figure 7-6 Expected PPS Ripple Relative to an LSB	208
Figure 7-7 PPS Programmable Voltage and Current Limit	209
Figure 7-8 PPS Programmable Voltage and Current Limit	210
Figure 7-9 Source V_{BUS} and V_{CONN} Response to Hard Reset	211
Figure 7-10 Application of v_{SrcNew} and $v_{SrcValid}$ limits after $t_{SrcReady}$	213
Figure 7-11 Source Peak Current Overload	214
Figure 7-12 Holdup Time Measurement	215
Figure 7-13 V_{BUS} Power during Fast Role Swap	216
Figure 7-14 V_{BUS} detection and timing during Fast Role Swap, initial V_{BUS} (at new source) > v_{Safe5V} (min).	217
Figure 7-15 V_{BUS} detection and timing during Fast Role Swap, initial V_{BUS} (at new source) < v_{Safe5V} (min).	217
Figure 7-16 Placement of Sink Bulk Capacitance	218
Figure 7-17 Transition Diagram for Increasing the Current	222
Figure 7-18 Transition Diagram for Increasing the Voltage	224
Figure 7-19 Transition Diagram for Increasing the Voltage and Current	226
Figure 7-20 Transition Diagram for Increasing the Voltage and Decreasing the Current	228
Figure 7-21 Transition Diagram for Decreasing the Voltage and Increasing the Current	230
Figure 7-22 Transition Diagram for Decreasing the Current	232
Figure 7-23 Transition Diagram for Decreasing the Voltage	234
Figure 7-24 Transition Diagram for Decreasing the Voltage and the Current	236
Figure 7-25 Transition Diagram for a Sink Requested Power Role Swap	238
Figure 7-26 Transition Diagram for a Source Requested Power Role Swap	241
Figure 7-27 Transition Diagram for a GotoMin Current Decrease	244
Figure 7-28 Transition Diagram for a Source Initiated Hard Reset	246

Figure 7-29 Transition Diagram for a Sink Initiated Hard Reset	248
Figure 7-30 Transition Diagram for no change in Current or Voltage	250
Figure 7-31 Transition Diagram for Fast Role Swap	252
Figure 7-32 Transition Diagram for Increasing the Programmable Power Supply Voltage	254
Figure 7-33 Transition Diagram for Decreasing the Programmable Power Supply Voltage	256
Figure 7-34 Transition Diagram for Changing the Source PDO or APDO	258
Figure 7-35 Transition Diagram for increasing the Current in PPS mode	260
Figure 7-36 Transition Diagram for decreasing the Current in PPS mode	262
Figure 7-37 Transition Diagram for no change in Current or Voltage in PPS mode	264
Figure 8-1 Example of daisy chained displays.....	276
Figure 8-2 Basic Message Exchange (Successful)	278
Figure 8-3 Basic Message flow indicating possible errors	279
Figure 8-4 Basic Message Flow with Bad CRC followed by a Retry	280
Figure 8-5 Successful Fixed, Variable or Battery Power Negotiation	283
Figure 8-6 Successful GotoMin operation.....	287
Figure 8-7 PPS Keep Alive	289
Figure 8-8 Soft Reset.....	292
Figure 8-9 Source initiated Hard Reset	294
Figure 8-10 Sink Initiated Hard Reset	297
Figure 8-11 Source initiated reset - Sink long reset.....	300
Figure 8-12 Successful Power Role Swap Sequence Initiated by the Source	303
Figure 8-13 Successful Power Role Swap Sequence Initiated by the Sink.....	307
Figure 8-14 Successful Fast Role Swap Sequence	311
Figure 8-15 Data Role Swap, UFP operating as Sink initiates	315
Figure 8-16 Data Role Swap, UFP operating as Source initiates	317
Figure 8-17 Data Role Swap, DFP operating as Source initiates	319
Figure 8-18 Data Role Swap, DFP operating as Sink initiates	321
Figure 8-19 Source to Sink VCONN Source Swap	323
Figure 8-20 Sink to Source VCONN Source Swap	326
Figure 8-21 Source Alert to Sink	328
Figure 8-22 Sink Alert to Source	330
Figure 8-23 Sink Gets Source Status	331
Figure 8-24 Source Gets Sink Status	333
Figure 8-25 Sink Gets Source PPS Status	335
Figure 8-26 Sink Gets Source's Capabilities	337
Figure 8-27 Dual-Role Source Gets Dual-Role Sink's Capabilities as a Source	339
Figure 8-28 Source Gets Sink's Capabilities	341
Figure 8-29 Dual-Role Sink Gets Dual-Role Source's Capabilities as a Sink	343
Figure 8-30 Sink Gets Source's Extended Capabilities.....	345
Figure 8-31 Dual-Role Source Gets Dual-Role Sink's Extended Capabilities	347
Figure 8-32 Sink Gets Source's Battery Capabilities	349

Figure 8-33 Source Gets Sink's Battery Capabilities	351
Figure 8-34 Sink Gets Source's Battery Status	353
Figure 8-35 Source Gets Sink's Battery Status	355
Figure 8-36 Source Gets Sink's Port Manufacturer Information	357
Figure 8-37 Sink Gets Source's Port Manufacturer Information	359
Figure 8-38 Source Gets Sink's Battery Manufacturer Information	361
Figure 8-39 Sink Gets Source's Battery Manufacturer Information	363
Figure 8-40 VCONN Source Gets Cable Plug's Manufacturer Information	365
Figure 8-41 Source Gets Sink's Country Codes	367
Figure 8-42 Sink Gets Source's Country Codes	369
Figure 8-43 VCONN Source Gets Cable Plug's Country Codes	371
Figure 8-44 Source Gets Sink's Country Information	373
Figure 8-45 Sink Gets Source's Country Information	375
Figure 8-46 VCONN Source Gets Cable Plug's Country Information	377
Figure 8-47 Source requests security exchange with Sink	379
Figure 8-48 Sink requests security exchange with Source	381
Figure 8-49 Vconn Source requests security exchange with Cable Plug	383
Figure 8-50 Source requests firmware update exchange with Sink	385
Figure 8-51 Sink requests firmware update exchange with Source	387
Figure 8-52 Vconn Source requests firmware update exchange with Cable Plug	389
Figure 8-53 DFP to UFP Discover Identity	391
Figure 8-54 Source Port to Cable Plug Discover Identity	393
Figure 8-55 DFP to Cable Plug Discover Identity	395
Figure 8-56 DFP to UFP Enter Mode	397
Figure 8-57 DFP to UFP Exit Mode	399
Figure 8-58 DFP to Cable Plug Enter Mode	401
Figure 8-59 DFP to Cable Plug Exit Mode	403
Figure 8-60 UFP to DFP Attention	405
Figure 8-61 BIST Carrier Mode Test	406
Figure 8-62 BIST Test Data Test	408
Figure 8-63 Outline of States	410
Figure 8-64 References to states	410
Figure 8-65 Example of state reference with conditions	411
Figure 8-66 Example of state reference with the same entry and exit	411
Figure 8-67 Source Port Policy Engine State Diagram	412
Figure 8-68 Sink Port State Diagram	417
Figure 8-69 Source Port Soft Reset and Protocol Error State Diagram	421
Figure 8-70 Sink Port Soft Reset and Protocol Error Diagram	422
Figure 8-71 Source Port Not Supported Message State Diagram	423
Figure 8-72 Sink Port Not Supported Message State Diagram	424
Figure 8-73 Source Port Ping State Diagram	425
Figure 8-74 Source Port Source Alert State Diagram	425
Figure 8-75 Sink Port Source Alert State Diagram	425

Figure 8-76 Sink Port Sink Alert State Diagram.....	426
Figure 8-77 Source Port Sink Alert State Diagram	426
Figure 8-78 Sink Port Get Source Capabilities Extended State Diagram	426
Figure 8-79 Source Give Source Capabilities Extended State Diagram	427
Figure 8-80 Sink Port Get Source Status State Diagram	427
Figure 8-81 Source Give Source Status State Diagram	428
Figure 8-82 Source Port Get Sink Status State Diagram	428
Figure 8-83 Sink Give Sink Status State Diagram	428
Figure 8-84 Sink Port Get Source PPS Status State Diagram	429
Figure 8-85 Source Give Source PPS Status State Diagram	429
Figure 8-86 Get Battery Capabilities State Diagram	430
Figure 8-87 Give Battery Capabilities State Diagram	430
Figure 8-88 Get Battery Status State Diagram	430
Figure 8-89 Give Battery Status State Diagram.....	431
Figure 8-90 Get Manufacturer Information State Diagram	431
Figure 8-91 Give Manufacturer Information State Diagram.....	432
Figure 8-92 Get Country Codes State Diagram	432
Figure 8-93 Give Country Codes State Diagram.....	433
Figure 8-94 Get Country Information State Diagram.....	433
Figure 8-95 Give Country Information State Diagram	433
Figure 8-96 Send security request State Diagram	434
Figure 8-97 Send security response State Diagram	434
Figure 8-98 Security response received State Diagram.....	435
Figure 8-99 Send firmware update request State Diagram	435
Figure 8-100 Send firmware update response State Diagram.....	435
Figure 8-101 Firmware update response received State Diagram.....	436
Figure 8-102: DFP to UFP Data Role Swap State Diagram	437
Figure 8-103: UFP to DFP Data Role Swap State Diagram	439
Figure 8-104: Dual-Role Port in Source to Sink Power Role Swap State Diagram	441
Figure 8-105: Dual-role Port in Sink to Source Power Role Swap State Diagram	443
Figure 8-106: Dual-Role Port in Source to Sink Fast Role Swap State Diagram	445
Figure 8-107: Dual-role Port in Sink to Source Fast Role Swap State Diagram	447
Figure 8-108 Dual-Role (Source) Get Source Capabilities diagram	449
Figure 8-109 Dual-Role (Source) Give Sink Capabilities diagram.....	449
Figure 8-110 Dual-Role (Sink) Get Sink Capabilities State Diagram.....	449
Figure 8-111 Dual-Role (Sink) Give Source Capabilities State Diagram	450
Figure 8-112 Dual-Role (Source) Get Source Capabilities Extended State Diagram	450
Figure 8-113 Dual-Role (Source) Give Sink Capabilities diagram.....	451
Figure 8-114 VCONN Swap State Diagram	451
Figure 8-115 Initiator to Port VDM Discover Identity State Diagram	454
Figure 8-116 Initiator VDM Discover SVIDs State Diagram	455
Figure 8-117 Initiator VDM Discover Modes State Diagram	456
Figure 8-118 Initiator VDM Attention State Diagram.....	457

Figure 8-119 Responder Structured VDM Discover Identity State Diagram.....	457
Figure 8-120 Responder Structured VDM Discover SVIDs State Diagram	458
Figure 8-121 Responder Structured VDM Discover Modes State Diagram.....	459
Figure 8-122 Receiving a Structured VDM Attention State Diagram	460
Figure 8-123 DFP VDM Mode Entry State Diagram	460
Figure 8-124 DFP VDM Mode Exit State Diagram	461
Figure 8-125 UFP Structured VDM Enter Mode State Diagram.....	462
Figure 8-126 UFP Structured VDM Exit Mode State Diagram	463
Figure 8-127 Cable Ready VDM State Diagram	464
Figure 8-128 Cable Plug Soft Reset State Diagram.....	464
Figure 8-129 Cable Plug Hard Reset State Diagram	465
Figure 8-130 VCONN Source Soft Reset or Cable Reset of a Cable Plug State Diagram	465
Figure 8-131 Source Startup Structured VDM Discover Identity State Diagram	466
Figure 8-132 Cable Plug Structured VDM Enter Mode State Diagram	468
Figure 8-133 Cable Plug Structured VDM Exit Mode State Diagram.....	469
Figure 8-134 BIST Carrier Mode State Diagram	470
Figure 9-1 Example PD Topology.....	477
Figure 9-2 Mapping of PD Topology to USB.....	478
Figure 9-3 USB Attached to USB Powered State Transition	479
Figure 9-4 Any USB State to USB Attached State Transition (When operating as a Consumer).....	479
Figure 9-5 Any USB State to USB Attached State Transition (When operating as a Provider).....	480
Figure 9-6 Any USB State to USB Attached State Transition (After a USB Type-C Data Role Swap).....	480
Figure 9-7 Software stack on a PD aware OS	481
Figure 9-8 Enumeration of a PDUSB Device	482
Figure 10-1 Source Power Rule Illustration	491
Figure 10-2 Source Power Rule Example.....	492
Figure B-1 External Power supplied downstream	499
Figure B-2 External Power supplied upstream.....	502
Figure B-3 Giving Back Power	508
Figure D-1 Circuit Block of BMC Finite Difference Receiver	527
Figure D-2 BMC AC and DC noise from VBUS at Power Sink	528
Figure D-3 Sample BMC Signals (a) without [USB 2.0] SE0 Noise (b) with [USB 2.0] SE0 Noise	528
Figure D-4 Scaled BMC Signal Derivative with 50ns Sampling Rate.....	529
Figure D-5 BMC Signal and Finite Difference Output with Various Time Steps	529
Figure D-6 Output of Finite Difference in dash line and Edge Detector in solid line	530
Figure D-7 Noise Zone and Detect Zone of BMC Receiver.....	530
Figure D-8 Circuit Block of BMC Subtraction Receiver	531
Figure D-9 (a) Output of LPF1 and LPF2 (b) Subtraction of LPF1 and LPF2 Output	531
Figure D-10 Output of the BMC LPF1 in blue dash curve and the Subtractor in red solid curve	531

Figure E-1 Example FRS Capable System	532
Figure E-2 Slow V_{BUS} Discharge.....	533
Figure E-3 Fast V_{BUS} Discharge	534
Figure E-4 Sequence Diagram for slow VBUS discharge (it discharges after FR_Swap message is sent).....	537

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 [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 1.3\]](#) 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).
- [\[USB Type-C 1.3\]](#) mechanisms for supplying higher power

Initial operating conditions remain the USB Default Operation as defined in [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 1.3\]](#) 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 [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 1.3\]](#) 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 [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 1.3\]](#) 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 1.0]** – Universal Serial Bus Type-C Bridge Specification, Revision 1.0, March 25, 2016. 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.
- **[USBPD 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 1.3]** – Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification, Revision 1.3, July 14, 2017. 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.

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 multimédias 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
100/3189/CDV	100/3251/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.

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 cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication 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 1.2.

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.

L'ENSEMBLE DES SPÉCIFICATIONS USB CI-APRÈS VOUS SONT FOURNIES "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. 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: **1.2**
Date de publication: **21 juin 2018**

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>

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

Copyright © 2010-2018, 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.	Michal Staworko	Cadence Design Systems, Inc.
Conrad Choy	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Sathish Kumar	Cadence Design Systems, Inc.
Dennis Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Ganesan	
Steve Sedio	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Alessandro Ingrassia	Canova Tech
Sunney Yang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Andrea Colognese	Canova Tech
Vicky Chuang	ACON, Advanced-Connectek, Inc.	Antonio Orzelli	Canova Tech
Joseph Scanlon	Advanced Micro Devices	Davide Ghedin	Canova Tech
Caspar Lin	Allion Labs, Inc.	Matteo Casalin	Canova Tech
Casper Lee	Allion Labs, Inc.	Michael Marioli	Canova Tech
Danny Shih	Allion Labs, Inc.	Nicola Scantamburlo	Canova Tech
Howard Chang	Allion Labs, Inc.	Paolo Pilla	Canova Tech
Greg Stewart	Analogix Semiconductor, Inc.	Yi-Feng Lin	Canyon Semiconductor
Mehran Badii	Analogix Semiconductor, Inc.	YuHung Lin	Canyon Semiconductor
Alexei Kosut	Apple	David Tsai	Chrontel, Inc.
Bill Cornelius	Apple	Anshul Gulati	Cypress Semiconductor
Carlos Colderon	Apple	Anup Nayak	Cypress Semiconductor
Chris Uiterwijk	Apple	Benjamin Kropf	Cypress Semiconductor
Colin Whitby-Strevens	Apple	Dhanraj Rajput	Cypress Semiconductor
Corey Axelowitz	Apple	Ganesh Subramaniam	Cypress Semiconductor
Corey Lange	Apple	Jagadeesan Raj	Cypress Semiconductor
Dave Conroy	Apple	Junjie cui	Cypress Semiconductor
David Sekowski	Apple	Manu Kumar	Cypress Semiconductor
Girault Jones	Apple	Muthu M	Cypress Semiconductor
James Orr	Apple	Nicholas Bodnaruk	Cypress Semiconductor
Jason Chung	Apple	Pradeep Bajpai	Cypress Semiconductor
Jay Kim	Apple	Rajaram R	Cypress Semiconductor
Jeff Wilcox	Apple	Rama Vakkantula	Cypress Semiconductor
Jennifer Tsai	Apple	Rushil Kadakia	Cypress Semiconductor
Karl Bowers	Apple	Simon Nguyen	Cypress Semiconductor
Keith Porthouse	Apple	Steven Wong	Cypress Semiconductor
Kevin Hsiue	Apple	Subu Sankaran	Cypress Semiconductor
Matt Mora	Apple	Sumeet Gupta	Cypress Semiconductor
Paul Baker	Apple	Tejender Sheoran	Cypress Semiconductor
Reese Schreiber	Apple	Venkat Mandagulathar	Cypress Semiconductor
Ruchi Chaturvedi	Apple	Xiaofeng Shen	Cypress Semiconductor
Sameer Kelkar	Apple	Zeng Wei	Cypress Semiconductor
Sasha Tietz	Apple	Adolfo Montero	Dell Inc.
Scott Jackson	Apple	Bruce Montag	Dell Inc.
Sree Raman	Apple	Gary Verdun	Dell Inc.
William Ferry	Apple	Merle Wood	Dell Inc.
Zaki Moussaoui	Apple	Mohammed Hijazi	Dell Inc.
Jeff Liu	ASMedia Technology Inc.	Siddhartha Reddy	Dell Inc.
Kuo Lung Li	ASMedia Technology Inc.	Bindhu Vasu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Ming-Wei Hsu	ASMedia Technology Inc.	Chanchal Gupta	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
PS Tseng	ASMedia Technology Inc.	Dipti Baheti	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Sam Tzeng	ASMedia Technology Inc.	Duc Doan	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Thomas Hsu	ASMedia Technology Inc.	Holger Petersen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weikao Chang	ASMedia Technology Inc.	Jianming Yao	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Yang Cheng	ASMedia Technology Inc.	John Shi	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Shawn Meng	Bizlink Technology Inc.	KE Hong	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Bernard Shyu	Bizlink Technology, Inc.	Kevin Mori	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Eric Wu	Bizlink Technology, Inc.	Larry Ping	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Morphy Hsieh	Bizlink Technology, Inc.	Mengfei Liu	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Sean O'Neal	Bizlink Technology, Inc.	Scott Brown	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Tiffany Hsiao	Bizlink Technology, Inc.	Yimin Chen	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Weichung Ooi	Bizlink Technology, Inc.	Yong Li	Dialog Semiconductor (UK) Ltd
Rahul Bhushan	Broadcom Corp.	Dan Ellis	DisplayLink (UK) Ltd.
Asila nahas	Cadence Design Systems, Inc.	Jason Young	DisplayLink (UK) Ltd.
Claire Ying	Cadence Design Systems, Inc.	Kevin Jacobs	DisplayLink (UK) Ltd.
Jie min	Cadence Design Systems, Inc.		
Mark Summers	Cadence Design Systems, Inc.		

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

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

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

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
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

Sommaire

DÉNI DE RESPONSABILITÉ SUR LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE	544
Présidence	545
Editeurs	545
Participants.....	545
Historique des révisions	551
Sommaire	552
Tableaux.....	559
Figures	566
1. Introduction	575
1.1 Vue d'ensemble	575
1.2 Objet.....	576
1.3 Domaine d'application.....	577
1.4 Conventions.....	577
1.4.1 Ordre de priorité	577
1.4.2 Mots-clés.....	577
1.4.3 Numérotation	578
1.5 Documents connexes.....	579
1.6 Termes et abréviations	579
1.7 Valeurs de paramètres.....	588
1.8 Modifications par rapport à la révision 2.0.....	589
1.9 Compatibilité avec la révision 2.0.....	589
2. Vue d'ensemble.....	589
2.1 Introduction.....	589
2.2 Vue d'ensemble des sections	590
2.3 Modifications et compatibilité avec la révision 2.0	592
2.3.1 Modifications par rapport à la révision 2.0	592
2.3.2 Compatibilité avec la révision 2.0	592
2.4 Dispositifs aptes à l'alimentation électrique par port USB.....	593
2.5 Communication SOP*	594
2.5.1 Introduction	594
2.5.2 SOP* anticollision.....	595
2.5.3 Communication SOP	595
2.5.4 Communication SOP'/SOP" avec des fiches de câbles	595
2.6 Vue d'ensemble du fonctionnement.....	596
2.6.1 Fonctionnement de la source.....	596
2.6.2 Fonctionnement du destinataire.....	599
2.6.3 Fiches de câbles	601
2.7 Vue d'ensemble de l'architecture	601
2.7.1 Politique	604
2.7.2 Formation et transmission des messages	605
2.7.3 Anticollision	606
2.7.4 Alimentation	606
2.7.5 DFP/UFP	607

2.7.6	Câble et connecteurs	607
2.7.7	Interactions entre dispositifs non PD, BC et PD	607
2.7.8	Règles d'alimentation	607
3.	Assemblages de câbles et connecteurs USB Type-A et USB Type-B	608
4.	Exigences électriques	608
4.1	Interopérabilité avec les autres spécifications USB	608
4.2	Détection de batterie déchargée/Détection de port non alimenté	608
4.3	Chute de tension ohmique d'un câble par rapport à la masse (chute de tension ohmique)	608
4.4	Détection du type de câble	608
5.	Couche physique	609
5.1	Vue d'ensemble de la couche physique	609
5.2	Fonctions de la couche physique	609
5.3	Codage de symboles	609
5.4	Ensembles ordonnés	610
5.5	Ordonnancement des bits transmis	612
5.6	Format de paquet	613
5.6.1	Mise en trames des paquets	613
5.6.2	CRC	615
5.6.3	Erreurs de détection de paquet	617
5.6.4	Réinitialisation matérielle	617
5.6.5	Réinitialisation de câble	618
5.7	Anticollision	619
5.8	Schéma de signalisation Biphase Mark Coding (BMC)	619
5.8.1	Encodage et signalisation	620
5.8.2	Masques d'émission et de réception	623
5.8.3	Modèle de charge d'émetteur	629
5.8.4	Spécifications BMC communes	631
5.8.5	Spécifications pour l'émetteur BMC	631
5.8.6	Spécifications BMC pour le récepteur	634
5.9	Autotest intégré (BIST)	637
5.9.1	Mode porteur BIST	637
5.9.2	BIST Test Data	637
6.	Couche protocole	638
6.1	Vue d'ensemble	638
6.2	Messages	638
6.2.1	Construction des messages	638
6.3	Message de contrôle	650
6.3.1	Message GoodCRC	652
6.3.2	Message GotoMin	652
6.3.3	Message Accept	652
6.3.4	Message Reject	653
6.3.5	Message Ping	653
6.3.6	Message PS_RDY	653
6.3.7	Message Get_Source_Cap	653
6.3.8	Message Get_Sink_Cap	653
6.3.9	Message DR_Swap	654
6.3.10	Message PR_Swap	654
6.3.11	Message VCONN_Swap	655

6.3.12	Message Wait.....	656
6.3.13	Message Soft Reset	657
6.3.14	Message Not_Supported	657
6.3.15	Message Get_Source_Cap_Extended.....	658
6.3.16	Message Get_Status	658
6.3.17	Message FR_Swap.....	658
6.3.18	Get_PPS_Status.....	659
6.3.19	Get_Country_Codes	659
6.3.20	Message Get_Sink_Cap_Extended.....	659
6.4	Message de données	659
6.4.1	Message de capacités	660
6.4.2	Message de demande.....	670
6.4.3	Message BIST	675
6.4.4	Message Vendor Defined.....	676
6.4.5	Message Battery_Status	705
6.4.6	Message d'alerte	706
6.4.7	Message Get_Country_Info	708
6.5	Message étendu	709
6.5.1	Message Source_Capabilities_Extended	710
6.5.2	Message Status	714
6.5.3	Message Get_Battery_Cap	717
6.5.4	Message Get_Battery_Status	718
6.5.5	Message Battery_Capabilities.....	718
6.5.6	Message Get_Manufacturer_Info	719
6.5.7	Message Manufacturer_Info	720
6.5.8	Messages de sécurité.....	721
6.5.9	Messages de mise à jour du micrologiciel.....	722
6.5.10	Message PPS_Status	722
6.5.11	Message Country_Codes.....	724
6.5.12	Message Country_Info.....	724
6.5.13	Message Sink_Capabilities_Extended	725
6.6	Temporisateurs	729
6.6.1	CRCReceiveTimer	729
6.6.2	SenderResponseTimer	729
6.6.3	Temporisateurs de capacité.....	730
6.6.4	Temporisateurs d'attente et temps d'attente	730
6.6.5	Temporisateurs d'alimentation électrique.....	731
6.6.6	NoResponseTimer	732
6.6.7	Temporisateurs BIST	733
6.6.8	Temporisateurs de permutation des rôles d'alimentation.....	733
6.6.9	Temporisateurs de réinitialisation logicielle.....	733
6.6.10	Temporisateurs de réinitialisation matérielle	734
6.6.11	Temporisateurs de VDM structuré.....	734
6.6.12	Temporisateurs de VCONN	735
6.6.13	tCableMessage.....	736
6.6.14	DiscoverIdentityTimer	736
6.6.15	Temporisateurs anticollisions.....	736
6.6.16	Temporisateurs de permutation rapide des rôles	736
6.6.17	Temporisateurs de fragmentation	736

6.6.18	Temporisateurs d'alimentation électrique programmable.....	737
6.6.19	Valeurs de temporisation et temporisateurs	738
6.7	Compteurs	741
6.7.1	Compteur MessageID	741
6.7.2	Compteur de relances	741
6.7.3	Compteur de réinitialisations matérielles.....	742
6.7.4	Compteur de capacités	742
6.7.5	Compteur de découvertes d'identités	742
6.7.6	VDMBusyCounter	742
6.7.7	Valeurs de compteurs et compteurs	742
6.8	Réinitialisation	743
6.8.1	Réinitialisation logicielle et erreur de protocole.....	743
6.8.2	Réinitialisation matérielle.....	745
6.8.3	Réinitialisation de câble.....	746
6.9	Anticollision	746
6.10	Rejet de message	746
6.11	Comportement d'état.....	747
6.11.1	Présentation des diagrammes d'état utilisés au Chapitre 6	747
6.11.2	Fonctionnement d'état	747
6.11.3	Liste des états de la couche protocole	773
6.12	Applicabilité des messages	774
6.12.1	Applicabilité des messages de contrôle	775
6.12.2	Applicabilité des messages de données.....	776
6.12.3	Applicabilité des messages étendus	777
6.12.4	Applicabilité des commandes de VDM structuré.....	778
6.12.5	Applicabilité des signaux de réinitialisation	779
6.12.6	Applicabilité des signaux de permutation rapide des rôles	779
6.13	Paramètres de valeur.....	779
7.	Alimentation	780
7.1	Exigences relatives à la source.....	780
7.1.1	Aspects comportementaux.....	780
7.1.2	Capacité de masse de la source	780
7.1.3	Types de sources	781
7.1.4	Transitions de source	781
7.1.5	Réponse aux réinitialisations matérielles	789
7.1.6	Modification de la capacité de puissance de sortie	790
7.1.7	Fonctionnement robuste de la source	790
7.1.8	Tolérance et plage de tensions de sortie	791
7.1.9	Charge et décharge de la capacité de masse sur V_{BUS}	792
7.1.10	Veille de permutation pour les sources	793
7.1.11	Fonctionnement en courant de crête de la source.....	793
7.1.12	Paramètres étendus des capacités de source	794
7.1.13	Permutation rapide des rôles	797
7.1.14	Non-application des limites de la vitesse de balayage de V_{BUS}	799
7.2	Exigences relatives au destinataire	799
7.2.1	Aspects comportementaux.....	799
7.2.2	Capacité de masse du destinataire	799
7.2.3	Veille du destinataire	800
7.2.4	Consommation électrique pendant la veille	801

7.2.5	Courant négocié à zéro	801
7.2.6	Comportement de charge transitoire	801
7.2.7	Veille de permutation pour les destinataires	801
7.2.8	Fonctionnement en courant de crête du destinataire	801
7.2.9	Fonctionnement robuste du destinataire	802
7.2.10	Permutation rapide des rôles	803
7.3	Transitions	803
7.3.1	Augmentation du courant	804
7.3.2	Augmentation de la tension	807
7.3.3	Augmentation de la tension et du courant	809
7.3.4	Augmentation de la tension et diminution du courant	811
7.3.5	Diminution de la tension et augmentation du courant	813
7.3.6	Diminution du courant	816
7.3.7	Diminution de la tension	818
7.3.8	Diminution de la tension et du courant	821
7.3.9	Permutation des rôles d'alimentation demandée par le destinataire	824
7.3.10	Permutation des rôles d'alimentation demandée par la source	827
7.3.11	Diminution de courant GotoMin	830
7.3.12	Réinitialisation matérielle déclenchée par la source	832
7.3.13	Réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire	834
7.3.14	Pas de variation de courant ou de tension	836
7.3.15	Permutation rapide des rôles	838
7.3.16	Augmentation de la tension d'alimentation électrique programmable	841
7.3.17	Diminution de la tension d'alimentation électrique programmable	843
7.3.18	Modification du PDO ou de l'APDO source	845
7.3.19	Augmentation du courant d'alimentation électrique programmable	848
7.3.20	Diminution du courant d'alimentation électrique programmable	850
7.3.21	Demande identique d'alimentation électrique programmable	852
7.4	Paramètres électriques	854
7.4.1	Paramètres électriques de la source	854
7.4.2	Paramètres électriques du destinataire	858
7.4.3	Paramètres électriques communs	861
8.	Politique d'utilisation des dispositifs	861
8.1	Vue d'ensemble	861
8.2	Gestionnaire de politique d'utilisation des dispositifs	861
8.2.1	Capacités	863
8.2.2	Politique système	863
8.2.3	Contrôle de la source/du destinataire	863
8.2.4	Détection de câble	864
8.2.5	Gestion des exigences d'alimentation	864
8.2.6	Utilisation du bit "Unconstrained Power" avec les batteries et les alimentations en courant alternatif	866
8.2.7	Interface avec le moteur de politique	868
8.3	Moteur de politique	869
8.3.1	Introduction	869
8.3.2	Schémas de séquence atomique de messages	869
8.3.3	Diagrammes d'états	1040
9.	Etats et rapport de statut	1139
9.1	Vue d'ensemble	1139

9.1.1	Exigences relatives au dispositif et au hub PDUSB.....	1142
9.1.2	Mise en correspondance vers les états du dispositif USB	1142
9.1.3	Pile de logiciels PD.....	1145
9.1.4	Enumération du dispositif PDUSB.....	1146
9.2	Descripteurs spécifiques à l'alimentation USB.....	1147
9.2.1	Descripteur de capacité USB Power Delivery.....	1147
9.2.2	Descripteur de capacité Battery Info	1148
9.2.3	Descripteur de capacité PD Consumer Port	1149
9.2.4	Descripteur de capacité PD Provider Port.....	1150
9.3	Demandes et événements spécifiques à l'alimentation USB.....	1151
9.3.1	Demandes spécifiques à l'alimentation USB	1151
9.4	Demandes de hub PDUSB et de dispositifs périphériques PDUSB	1151
9.4.1	GetBatteryStatus	1151
9.4.2	SetPDFeature.....	1153
10.	Règles d'alimentation	1155
10.1	Introduction.....	1155
10.2	Règles d'alimentation de la source.....	1155
10.2.1	Considérations relatives aux règles d'alimentation de la source.....	1155
10.2.2	Tensions et courants normalisés	1156
10.2.3	Tensions/courants facultatifs	1159
10.2.4	Partage de puissance entre les ports.....	1161
10.3	Règles d'alimentation du destinataire.....	1161
10.3.1	Considérations relatives aux règles d'alimentation du destinataire.....	1161
10.3.2	Règles normatives du destinataire	1161
A.	Calcul de CRC.....	1162
A.1	Exemple de code C.....	1162
A.2	Tableau présentant le calcul complet sur un message	1164
B.	Exemples de séquence de messages PD	1165
B.1	Alimentation externe fournie en aval	1165
B.2	Alimentation externe fournie en amont.....	1169
B.3	Rendu de puissance	1176
C.	Exemples de commande VDM	1188
C.1	Exemple de découverte d'identité	1188
C.1.1	Demande de commande de découverte d'identité	1188
C.1.2	Réponse de commande de découverte d'identité – Câble actif.....	1189
C.1.3	Réponse de commande de découverte d'identité – Hub.....	1191
C.2	Exemple de découverte de SVID.....	1193
C.2.1	Demande de commande de découverte de SVID	1193
C.2.1	Réponse de commande de découverte de SVID	1193
C.3	Exemple de découverte de modes	1195
C.3.1	Demande de commande de découverte de modes	1195
C.3.2	Réponse de commande de découverte de modes	1195
C.4	Exemple d'entrée dans un mode	1197
C.4.1	Demande de commande d'entrée dans un mode.....	1197
C.4.2	Réponse de commande d'entrée dans un mode.....	1197
C.4.1	Demande de commande d'entrée dans un mode avec VDO supplémentaire	1198
C.5	Exemple de sortie d'un mode	1200
C.5.1	Demande de commande de sortie d'un mode.....	1200

C.5.2	Réponse de commande de sortie d'un mode.....	1200
C.6	Exemple d'attention	1202
C.6.1	Demande de commande Attention	1202
C.6.2	Demande de commande Attention avec VDO supplémentaire	1202
D.	Exemple de conception de récepteur BMC	1203
D.1	Schéma des différences finies	1203
D.1.1	Exemple de circuits	1203
D.1.2	Théorie	1204
D.1.3	Récupération des données	1206
D.1.4	Zone de bruit et zone de détection.....	1207
D.2	Schéma de soustraction.....	1207
D.2.1	Exemple de circuits	1207
D.2.2	Sortie de chaque bloc de circuits	1208
D.2.3	Sortie du soustracteur au niveau de la source d'alimentation et du destinataire d'alimentation	1208
D.2.4	Zone de bruit et zone de détection.....	1209
E.	Exemple de FRS au niveau du système.....	1209
E.1	Vue d'ensemble	1209
E.2	Configuration initiale de FRS	1213
E.3	Processus de permutation rapide des rôles.....	1215

Tableaux

Tableau 1-1 Termes et abréviations	579
Tableau 5-1 Tableau de codage de symboles 4b5b.....	609
Tableau 5-2 Ensembles ordonnés	611
Tableau 5-3 Validation d'ensembles ordonnés	612
Tableau 5-4 Taille des données	612
Tableau 5-5 Ensemble ordonné SOP	613
Tableau 5-6 Ensemble ordonné SOP'	614
Tableau 5-7 Ensemble ordonné SOP".....	614
Tableau 5-8 Ensemble ordonné SOP'_Debug	615
Tableau 5-9 Ensemble ordonné SOP"_Debug.....	615
Tableau 5-10 Mise en correspondance du CRC-32	616
Tableau 5-11 Ensemble ordonné Hard Reset.....	617
Tableau 5-12 Ensemble ordonné Cable Reset	618
Tableau 5-13 Valeurs de Rp utilisées pour éviter les collisions	619
Tableau 5-14 Définition de masque BMC Tx, valeurs de X.....	624
Tableau 5-15 Définition de masque BMC Tx, valeurs de Y.....	625
Tableau 5-16 Définition de masque BMC Rx.....	629
Tableau 5-17 Exigences normatives BMC communes	631
Tableau 5-18 Exigences normatives pour l'émetteur BMC.....	631
Tableau 5-19 Exigences normatives BMC pour le récepteur	634
Tableau 6-1 En-tête de message	640
Tableau 6-2 Interopérabilité des révisions pendant un contrat explicite.....	642
Tableau 6-3 En-tête de message étendu.....	644
Tableau 6-4 Utilisation du bit Unchunked Message Supported	646
Tableau 6-5 Types de messages de contrôle	651
Tableau 6-6 Types de messages de données	659
Tableau 6-7 Objet de données d'alimentation	661
Tableau 6-8 Objet de données d'alimentation augmentée	661
Tableau 6-9 PDO d'alimentation électrique fixe - Source.....	664
Tableau 6-10 Capacité de courant de crête d'une source d'alimentation fixe.....	665
Tableau 6-11 PDO d'alimentation électrique variable (batterie exceptée) - Source.....	666
Tableau 6-12 PDO d'alimentation électrique par batterie - Source	666
Tableau 6-13 APDO d'alimentation électrique programmable - Source.....	667
Tableau 6-14 PDO d'alimentation électrique fixe - Destinataire	668
Tableau 6-15 PDO d'alimentation électrique variable (batterie exceptée) - Destinataire	669
Tableau 6-16 PDO d'alimentation par batterie - Destinataire	670
Tableau 6-17 APDO d'alimentation électrique programmable - Destinataire	670
Tableau 6-18 Objet de données de demande fixe et variable	670
Tableau 6-19 Objets de données de demande fixe et variable avec prise en charge de GiveBack	671
Tableau 6-20 Objets de données de demande de batterie.....	671

Tableau 6-21 Objet de données de demande de batterie avec prise en charge de GiveBack	671
Tableau 6-22 Objet de données de demande programmable	671
Tableau 6-23 Objet de données BIST	675
Tableau 6-24 En-tête de VDM non structuré	677
Tableau 6-25 En-tête de VDM structuré	678
Tableau 6-26 Commandes relatives au VDM structuré	679
Tableau 6-27 Valeurs de SVID	679
Tableau 6-28 Commandes et réponses	682
Tableau 6-29 VDO d'en-tête d'ID	683
Tableau 6-30 Types de produits (UFP)	684
Tableau 6-31 Types de produits (fiche de câble)	684
Tableau 6-32 Types de produits (DFP)	685
Tableau 6-33 VDO Stat Cert	685
Tableau 6-34 VDO de produit	686
Tableau 6-35 VDO de câble passif	686
Tableau 6-36 VDO Active Cable 1	688
Tableau 6-37 VDO Active Cable 2	690
Tableau 6-38 VDO d'AMA	692
Tableau 6-39 VDO de VPD	693
Tableau 6-40 VDO de répondeur de découverte de SVID	695
Tableau 6-41 Objet de données de statut de batterie (BSDO)	705
Tableau 6-42 Objet de données d'alerte	707
Tableau 6-43 Objet de données de code pays	709
Tableau 6-44 Types de messages étendus	709
Tableau 6-45 Bloc de données étendues de capacités de source (SCEDB)	710
Tableau 6-46 Bloc de données de statut SOP (SDB)	715
Tableau 6-47 Bloc de données de statut SOP'/SOP" (SDB)	717
Tableau 6-48 Bloc de données d'obtention de capacités de batterie (GBCDB)	718
Tableau 6-49 Bloc de données d'obtention de statut de batterie (GBSDB)	718
Tableau 6-50 Bloc de données de capacité de batterie (BCDB)	719
Tableau 6-51 Bloc de données d'obtention d'informations de fabricant (GMIDB)	720
Tableau 6-52 Bloc de données d'informations de fabricant (MIDB)	720
Tableau 6-53 Bloc de données de statut PPS (PPSSDB)	723
Tableau 6-54 Bloc de données de codes pays (CCDB)	724
Tableau 6-55 Bloc de données d'informations de pays (CIDB)	725
Tableau 6-56 Bloc de données étendues de capacités de destinataire (SCEDB)	725
Tableau 6-57 Valeurs de temporisation	739
Tableau 6-58 Temporisateurs	740
Tableau 6-59 Paramètres des compteurs	742
Tableau 6-60 Compteurs	743
Tableau 6-61 Réponse à un message entrant (hors VDM)	744
Tableau 6-62 Réponse à un VDM entrant	744

Tableau 6-63 Rejet de message	746
Tableau 6-64 Etats de la couche protocole	773
Tableau 6-65 Applicabilité des messages de contrôle	775
Tableau 6-66 Applicabilité des messages de données	776
Tableau 6-67 Applicabilité des messages étendus	777
Tableau 6-68 Applicabilité des commandes de VDM structuré	778
Tableau 6-69 Applicabilité des signaux de réinitialisation.....	779
Tableau 6-70 Applicabilité des signaux de permutation rapide des rôles	779
Tableau 6-71 Paramètres de valeur	779
Tableau 7-1 Description de séquence d'augmentation du courant.....	806
Tableau 7-2 Description de séquence d'augmentation de la tension.....	808
Tableau 7-3 Description de séquence d'augmentation de la tension et du courant	810
Tableau 7-4 Description de séquence d'augmentation de la tension et de diminution du courant	812
Tableau 7-5 Description de séquence de diminution de la tension et d'augmentation du courant	814
Tableau 7-6 Description de séquence de diminution du courant.....	817
Tableau 7-7 Description de séquence de diminution de la tension	819
Tableau 7-8 Description de séquence de diminution de la tension et du courant	822
Tableau 7-9 Description de séquence pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par le destinataire.....	825
Tableau 7-10 Description de séquence pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par la source	828
Tableau 7-11 Description de séquence de diminution de courant GotoMin.....	831
Tableau 7-12 Description de séquence pour une réinitialisation matérielle déclenchée par la source.....	833
Tableau 7-13 Description de séquence pour une réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire	835
Tableau 7-14 Description de séquence en cas d'absence de variation de courant ou de tension.....	837
Tableau 7-15 Description de séquence pour la permutation rapides de rôles	839
Tableau 7-16 Description de séquence d'augmentation de la tension d'alimentation électrique programmable	842
Tableau 7-17 Description de séquence de diminution de la tension d'alimentation électrique programmable	844
Tableau 7-18 Description de séquence de modification du PDO ou de l'APDO source	846
Tableau 7-19 Description de séquence d'augmentation du courant en mode PPS.....	849
Tableau 7-20 Description de séquence de diminution du courant en mode PPS.....	851
Tableau 7-21 Description de séquence d'augmentation du courant en mode PPS	853
Tableau 7-22 Paramètres électriques de la source.....	854
Tableau 7-23 Paramètres électriques du destinataire.....	859
Tableau 7-24 Paramètres électriques communs Source/Destinataire	861
Tableau 8-1 Flux de messages de base	870
Tableau 8-2 Problèmes potentiels dans le flux de messages de base	872
Tableau 8-3 Flux de messages de base avec défaillance CRC	874
Tableau 8-4 AMS interruptible et non interruptible	875

Tableau 8-5 Etapes d'une négociation de puissance réussie.....	878
Tableau 8-6 Etapes d'une négociation GotoMin	882
Tableau 8-7 Etapes d'une négociation de puissance réussie.....	884
Tableau 8-8 Etapes d'une réinitialisation logicielle	888
Tableau 8-9 Etapes de la réinitialisation matérielle déclenchée par la source	891
Tableau 8-10 Etapes de la réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire.....	895
Tableau 8-11 Etapes de la réinitialisation matérielle déclenchée par la source – Réinitialisation longue du destinataire.....	898
Tableau 8-12 Etapes d'une séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par la source	902
Tableau 8-13 Etapes d'une séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par le destinataire.....	907
Tableau 8-14 Etapes d'une séquence réussie de permutation rapide des rôles	912
Tableau 8-15 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que destinataire	917
Tableau 8-16 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que source.....	920
Tableau 8-17 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que source.....	923
Tableau 8-18 Etapes de la permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que destinataire	926
Tableau 8-19 Etapes de la permutation de la source VCONN de source à destinataire	929
Tableau 8-20 Etapes de la permutation de la source VCONN de destinataire à source	933
Tableau 8-21 Etapes de l'alerte de la source au destinataire	936
Tableau 8-22 Etapes de l'alerte du destinataire à la source	937
Tableau 8-23 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient le statut de la source.....	939
Tableau 8-24 Etapes d'une séquence où la source obtient le statut du destinataire	942
Tableau 8-25 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient le statut PPS de la source	944
Tableau 8-26 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient les capacités de la source	947
Tableau 8-27 Etapes d'une séquence où la source double fonction obtient les capacités du destinataire double fonction en tant que source.....	949
Tableau 8-28 Etapes d'une séquence où la source obtient les capacités du destinataire.....	952
Tableau 8-29 Etapes d'une séquence où le destinataire double fonction obtient les capacités de la source double fonction en tant que destinataire	954
Tableau 8-30 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient les capacités étendues de la source	957
Tableau 8-31 Etapes d'une séquence où la source double fonction obtient les capacités étendues du destinataire double fonction	959
Tableau 8-32 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient les capacités de la batterie de la source	962
Tableau 8-33 Etapes d'une séquence où la source obtient les capacités de la batterie du destinataire	964
Tableau 8-34 Etapes d'une séquence où le destinataire obtient le statut de la batterie de la source	967
Tableau 8-35 Etapes d'une séquence où la source obtient le statut de la batterie du destinataire.....	969

Tableau 8-36 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant du port du destinataire	971
Tableau 8-37 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant du port du destinataire	974
Tableau 8-38 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant de la batterie du destinataire.....	976
Tableau 8-39 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations du fabricant de la batterie du destinataire.....	979
Tableau 8-40 Etapes d'une séquence où la source VCONN obtient les informations du fabricant du port du destinataire	981
Tableau 8-41 Etapes d'une séquence où la source obtient les codes pays.....	984
Tableau 8-42 Etapes d'une séquence où la source obtient les codes pays du destinataire.....	987
Tableau 8-43 Etapes d'une séquence où une source VCONN obtient les codes pays du destinataire.....	989
Tableau 8-44 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations relatives au pays.....	992
Tableau 8-45 Etapes d'une séquence où la source obtient les informations relatives au pays du destinataire.....	994
Tableau 8-46 Etapes d'une séquence où une source VCONN obtient les informations relatives au pays du destinataire.....	996
Tableau 8-47 Etapes d'une séquence où une source demande un échange de sécurité avec un destinataire.....	999
Tableau 8-48 Etapes d'une séquence où un destinataire demande un échange de sécurité avec une source	1002
Tableau 8-49 Etapes d'une séquence où une source Vconn demande un échange de sécurité avec une fiche de câble	1004
Tableau 8-50 Etapes d'une séquence où une source demande un échange de mise à jour du micrologiciel avec un destinataire.....	1007
Tableau 8-51 Etapes d'une séquence où un destinataire demande un échange de mise à jour du micrologiciel avec une source	1009
Tableau 8-52 Etapes d'une séquence où une source Vconn demande un échange de mise à jour du micrologiciel avec une fiche de câble.....	1011
Tableau 8-53 Etapes de la découverte d'identité DFP vers UFP.....	1014
Tableau 8-54 Etapes de la découverte d'identité port source vers fiche de câble	1017
Tableau 8-55 Etapes de la découverte d'identité DFP vers fiche de câble.....	1020
Tableau 8-56 Etapes du mode d'entrée DFP vers UFP	1023
Tableau 8-57 Etapes du mode de sortie DFP vers UFP.....	1026
Tableau 8-58 Etapes du mode d'entrée DFP vers fiche de câble.....	1029
Tableau 8-59 Etapes du mode de sortie DFP vers fiche de câble.....	1032
Tableau 8-60 Etapes de la demande d'attention d'UFP à DFP	1034
Tableau 8-61 Etapes de l'essai du mode porteur BIST	1036
Tableau 8-62 Etapes de l'essai de données d'essai BIST.....	1039
Tableau 8-63 Etats du moteur de politique	1134
Tableau 9-1 Codes de type d'alimentation USB	1147
Tableau 9-2 Descripteur de capacité USB Power Delivery	1147
Tableau 9-3 Descripteur de capacité Battery Info.....	1149

Tableau 9-4 Descripteur de capacité PD Consumer Port.....	1149
Tableau 9-5 Descripteur de capacité PD Provider Port.....	1150
Tableau 9-6 Demandes d'alimentation USB	1151
Tableau 9-7 Codes de demande d'alimentation USB.....	1151
Tableau 9-8 Sélecteurs de caractéristique PD	1151
Tableau 9-9 Structure du statut de la batterie	1151
Tableau 9-10 Masque de réveil de la batterie.....	1153
Tableau 9-11 Codage de la politique de charge	1154
Tableau 10-1 Considérations pour les sources.....	1155
Tableau 10-2 Tensions normatives et courants minimaux	1156
Tableau 10-3 PDO d'alimentation fixe – Source 5 V.....	1158
Tableau 10-4 PDO d'alimentation fixe – Source 9 V	1158
Tableau 10-5 PDO d'alimentation fixe – Source 15 V	1158
Tableau 10-6 PDO d'alimentation fixe – Source 20 V	1158
Tableau 10-7 PDO et APDO d'alimentation programmable en fonction de la PDP	1159
Tableau 10-8 Plages de tensions d'alimentation électrique programmable	1160
Tableau B-1 Alimentation externe fournie en aval	1166
Tableau B-2 Alimentation externe fournie en amont.....	1170
Tableau B-3 Rendu de puissance	1176
Tableau C-1 Exemple de demande de commande de découverte d'identité d'un initiateur	1188
Tableau C-2 Exemple de réponse de commande de découverte d'identité d'un répondeur qui est un câble actif.....	1190
Tableau C-3 Exemple de réponse de commande de découverte d'identité d'un répondeur qui est un hub	1192
Tableau C-4 Exemple de demande de commande de découverte de SVID d'un initiateur	1193
Tableau C-5 Exemple de réponse de commande de découverte de SVID d'un répondeur	1194
Tableau C-6 Exemple de demande de commande de découverte de modes de l'initiateur.....	1195
Tableau C-7 Exemple de réponse de commande de découverte de modes d'un répondeur	1196
Tableau C-8 Exemple de demande de commande d'entrée dans un mode d'un initiateur	1197
Tableau C-9 Exemple de réponse de commande d'entrée dans un mode d'un répondeur	1198
Tableau C-10 Exemple de demande de commande d'entrée dans un mode d'un initiateur	1199
Tableau C-11 Exemple de demande de commande de sortie d'un mode d'un initiateur	1200
Tableau C-12 Exemple de réponse de commande de sortie d'un mode d'un répondeur.....	1201
Tableau C-13 Exemple de demande de commande Attention d'un initiateur	1202
Tableau C-14 Exemple de demande de commande Attention d'un initiateur avec un VDO supplémentaire.....	1203
Tableau E-1: Tableau de séquence de configuration d'une permutation rapide des rôles (hub connecté à un adaptateur de puissance en premier lieu)	1213

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).....	1214
Tableau E-3 Tableau de séquence de déchargement lent de V Vbus (déchargement après l'envoi du message FR_Swap)	1216
Tableau E-4 Déchargement rapide de Vbus après déconnexion de l'adaptateur.....	1219

Figures

Figure 2-1 Structure logique des dispositifs aptes à l'alimentation électrique par port USB.....	593
Figure 2-2 Exemple de communication SOP' entre source VCONN et fiche(s) de câble	596
Figure 2-3 Pile de communications de l'alimentation électrique par port USB.....	602
Figure 2-4 Communication de l'alimentation électrique par port USB sur USB.....	602
Figure 2-5 Vue d'une architecture à haut niveau	604
Figure 5-1 Interprétation d'ensembles ordonnés	610
Figure 5-2 Ordre de transmission pour diverses tailles de données.....	612
Figure 5-3 Format de paquet pour l'alimentation électrique par port USB	613
Figure 5-4 Génération de code CRC 32	616
Figure 5-5 Format en ligne de Hard Reset	618
Figure 5-6 Format en ligne de Cable Reset.....	618
Figure 5-7 Exemple de BMC	620
Figure 5-8 Schéma fonctionnel d'émetteur BMC.....	620
Figure 5-9 Schéma fonctionnel de récepteur BMC	620
Figure 5-10 Début de préambule codé en BMC.....	621
Figure 5-11 Emission ou réception d'une trame codée en BMC et terminée par 0 avec une dernière transition du niveau haut vers le niveau bas	622
Figure 5-12 Emission ou réception d'une trame codée en BMC et terminée par 1 avec une dernière transition du niveau haut vers le niveau bas	622
Figure 5-13 Emission ou réception d'une trame codée en BMC et terminée par 0 avec une dernière transition du niveau bas vers le niveau haut	623
Figure 5-14 Emission ou réception d'une trame codée en BMC et terminée par 1 avec une dernière transition du niveau bas vers le niveau haut	623
Figure 5-15 Masque BMC Tx '1'.....	624
Figure 5-16 Masque BMC Tx '0'.....	624
Figure 5-17 Masque BMC Rx '1' lorsque l'alimentation électrique est fournie	626
Figure 5-18 Masque BMC Rx '0' lorsque l'alimentation électrique est fournie	626
Figure 5-19 Masque BMC Rx '1' lorsque l'alimentation électrique est au point neutre	627
Figure 5-20 Masque BMC Rx '0' lorsque l'alimentation électrique est au point neutre	627
Figure 5-21 Masque BMC Rx '1' lorsque l'alimentation électrique est utilisée	628
Figure 5-22 Masque BMC Rx '0' lorsque l'alimentation électrique est utilisée	628
Figure 5-23 Modèle de charge d'émetteur pour BMC Tx à partir d'une source.....	630
Figure 5-24 Modèle de charge d'émetteur pour BMC Tx à partir d'un destinataire	630
Figure 5-25 Schéma de l'émetteur représentant zDriver.....	632
Figure 5-26 Chronogramme des écarts intertrames.....	633
Figure 5-27 Exemple de configuration multipoint avec deux DRP.....	635
Figure 5-28 Exemple de configuration multipoint montrant un DFP et un UFP.....	636
Figure 5-29 Trame de données d'essai	637
Figure 6-1 Format de paquet d'alimentation électrique par port USB, avec charge utile de message de contrôle.....	638
Figure 6-2 Format de paquet d'alimentation électrique par port USB, avec charge utile de message de données	639

Figure 6-3 Format de paquet d'alimentation électrique par port USB, avec en-tête et charge utile de message étendu	639
Figure 6-4 Exemple de séquence Security_Request non fragmentée (bit Chunked = 0)	646
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).....	646
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).....	647
Figure 6-7 Exemple de séquence Security_Request fragmentée (bit Chunked = 1)	647
Figure 6-8 Exemple de message Security_Request de taille de données égale à 7 (le bit Chunked est à 1).....	648
Figure 6-9 Exemple de fragment 0 de message Security_Request de taille de données égale à 30 (le bit Chunked est à 1)	649
Figure 6-10 Exemple de transmission d'octets pour une demande de fragment de message Security_Request (le bit Chunked est à 1)	650
Figure 6-11 Exemple de fragment 1 de message Security_Request de taille de données égale à 30 (le bit Chunked est à 1)	650
Figure 6-12 Exemple de message de capacités avec 2 objets de données d'alimentation	660
Figure 6-13 Message BIST	675
Figure 6-14 Message Vendor Defined	676
Figure 6-15 Réponse de commande Discover Identity.....	682
Figure 6-16 Exemple de réponse de découverte de SVID avec 3 SVID	695
Figure 6-17 Exemple de réponse de découverte de SVID avec 4 SVID	695
Figure 6-18 Exemple de réponse de découverte de SVIDs avec 12 SVID, suivi par une réponse vide.....	696
Figure 6-19 Exemple de réponse de découverte de modes pour un SVID à 3 modes	696
Figure 6-20 Séquence d'entrée dans un mode réussie.....	698
Figure 6-21 Séquence d'entrée dans un mode interrompue par un message Source Capabilities, puis réexécutée	699
Figure 6-22 Séquence d'entrée dans un mode échouée en raison d'un message NAK	700
Figure 6-23 Séquence de sortie de mode.....	701
Figure 6-24 Séquence de demande/réponse de commande Attention	701
Figure 6-25 Séquence de demande/réponse de commande	702
Figure 6-26 Processus d'entrée dans un mode/de sortie de mode.....	704
Figure 6-27 Message Battery_Status	705
Figure 6-28 Message d'alerte.....	707
Figure 6-29 Message Get_Country_Info.....	708
Figure 6-30 Message Source_Capabilities_Extended.....	710
Figure 6-31 Message Status	714
Figure 6-32 Message de statut SOP'/SOP"	717
Figure 6-33 Message Get_Battery_Cap	718
Figure 6-34 Message Get_Battery_Status.....	718
Figure 6-35 Message Battery_Capabilities	719
Figure 6-36 Message Get_Manufacturer_Info	720
Figure 6-37 Message Manufacturer_Info.....	720
Figure 6-38 Message Security_Request.....	721

Figure 6-39 Message Security_Response	722
Figure 6-40 Message Firmware_Update_Request	722
Figure 6-41 Message Firmware_Update_Response	722
Figure 6-42 Message PPS_Status	723
Figure 6-43 Message Country_Codes	724
Figure 6-44 Message Country_Info	724
Figure 6-45 Message Sink_Capabilities_Extended	725
Figure 6-46 Présentation des états	747
Figure 6-47 Références aux états	747
Figure 6-48 Architecture de fragmentation représentant le message et le flux de contrôle	748
Figure 6-49 Diagramme d'état de Rx fragmenté	750
Figure 6-50 Diagramme d'état de Tx fragmenté	753
Figure 6-51 Diagramme d'état du routeur de messages fragmentés	757
Figure 6-52 Diagramme d'état commun de transmission d'un message de la couche protocole	759
Figure 6-53 Diagramme d'état de transmission d'un message de la couche protocole Source	762
Figure 6-54 Diagramme d'état de transmission d'un message de la couche protocole Destinataire	765
Figure 6-55 Réception d'un message de la couche protocole	766
Figure 6-56 Réinitialisation matérielle/de câble	769
Figure 7-1 Placement de la capacité de masse de la source	780
Figure 7-2 Enveloppe des transitions de tension positives	781
Figure 7-3 Enveloppe des transitions de tension négatives	782
Figure 7-4 Transitions de tension positives de la PPS	784
Figure 7-5 Transitions de tension négatives de la PPS	785
Figure 7-6 Ondulation prévue de la PPS relative à un octet de poids faible	785
Figure 7-7 Tension et limite de courant programmables PPS	787
Figure 7-8 Tension et limite de courant programmables PPS	788
Figure 7-9 Réponse à une réinitialisation matérielle de V _{BUS} et V _{CONN} Source	789
Figure 7-10 Application des limites vSrcNew et vSrcValid après tSrcReady	792
Figure 7-11 Surcharge du courant de crête de la source	793
Figure 7-12 Mesure du temps de maintien	795
Figure 7-13 Puissance V _{BUS} au cours d'une permutation rapide des rôles	797
Figure 7-14 Détection et temporisation de V _{BUS} lors d'une permutation rapide des rôles, avec V _{BUS} initiale (à la nouvelle source) > vSafe5V (min).	798
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).	798
Figure 7-16 Placement de la capacité de masse du destinataire	800
Figure 7-17 Diagramme de transition pour l'augmentation du courant	805
Figure 7-18 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension	807
Figure 7-19 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension et du courant	809
Figure 7-20 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension et la diminution du courant	811

Figure 7-21 Diagramme de transition pour la diminution de la tension et l'augmentation du courant	813
Figure 7-22 Diagramme de transition pour la diminution du courant	816
Figure 7-23 Diagramme de transition pour la diminution de la tension.....	818
Figure 7-24 Diagramme de transition pour la diminution de la tension et du courant	821
Figure 7-25 Diagramme de transition pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par le destinataire.....	824
Figure 7-26 Diagramme de transition pour une permutation des rôles d'alimentation demandée par la source	827
Figure 7-27 Diagramme de transition pour la diminution de courant GotoMin	830
Figure 7-28 Diagramme de transition pour une réinitialisation matérielle déclenchée par la source.....	832
Figure 7-29 Diagramme de transition pour une réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire.....	834
Figure 7-30 Diagramme de transition en cas d'absence de variation de courant ou de tension.....	836
Figure 7-31 Diagramme de transition pour la permutation rapide des rôles	838
Figure 7-32 Diagramme de transition pour l'augmentation de la tension d'alimentation électrique programmable	841
Figure 7-33 Diagramme de transition pour la diminution de la tension d'alimentation électrique programmable	843
Figure 7-34 Diagramme de transition pour la modification du PDO ou de l'APDO source	845
Figure 7-35 Diagramme de transition pour l'augmentation du courant en mode PPS	848
Figure 7-36 Diagramme de transition pour la diminution du courant en mode PPS.....	850
Figure 7-37 Diagramme de transition en cas d'absence de variation de courant ou de tension en mode PPS	852
Figure 8-1 Exemple d'écrans en guirlande	867
Figure 8-2 Echange de messages de base (réussi).....	870
Figure 8-3 Flux de messages de base indiquant de possibles erreurs	871
Figure 8-4 Flux de messages de base avec CRC erroné suivi d'une relance	873
Figure 8-5 Négociation réussie d'alimentation fixe, variable ou par batterie	876
Figure 8-6 Opération GotoMin réussie	881
Figure 8-7 Maintien de PPS	883
Figure 8-8 Réinitialisation logicielle.....	887
Figure 8-9 Réinitialisation matérielle déclenchée par la source	890
Figure 8-10 Réinitialisation matérielle déclenchée par le destinataire	893
Figure 8-11 Réinitialisation déclenchée par la source - Réinitialisation longue du destinataire.....	897
Figure 8-12 Séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par la source	900
Figure 8-13 Séquence réussie de permutation des rôles d'alimentation initiée par le destinataire.....	905
Figure 8-14 Séquence réussie de permutation rapide des rôles	911
Figure 8-15 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que destinataire	916

Figure 8-16 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un UFP fonctionnant en tant que source	918
Figure 8-17 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que source	921
Figure 8-18 Permutation des rôles de transmission de données, déclenchée par un DFP fonctionnant en tant que destinataire	924
Figure 8-19 Permutation de la source VCONN de source à destinataire.....	927
Figure 8-20 Permutation de la source VCONN de destinataire à source.....	931
Figure 8-21 Alerte de la source au destinataire	935
Figure 8-22 Alerte du destinataire à la source.....	936
Figure 8-23 Destinataire obtenant le statut de la source	938
Figure 8-24 Source obtenant le statut du destinataire	940
Figure 8-25 Destinataire obtenant le statut PPS de la source.....	943
Figure 8-26 Destinataire obtenant les capacités de la source.....	945
Figure 8-27 Source double fonction obtenant les capacités du destinataire double fonction en tant que source.....	948
Figure 8-28 Source obtenant les capacités du destinataire	950
Figure 8-29 Destinataire double fonction obtenant les capacités de la source double fonction en tant que destinataire	953
Figure 8-30 Destinataire obtenant les capacités étendues de la source	955
Figure 8-31 Source double fonction obtenant les capacités étendues du destinataire double fonction	958
Figure 8-32 Destinataire obtenant les capacités de la batterie de la source	960
Figure 8-33 Source obtenant les capacités de la batterie du destinataire	963
Figure 8-34 Destinataire obtenant le statut de la batterie de la source	965
Figure 8-35 Source obtenant le statut de la batterie du destinataire	968
Figure 8-36 Source obtenant les informations du fabricant du port du destinataire	970
Figure 8-37 Destinataire obtenant les informations du fabricant du port de la source	973
Figure 8-38 Source obtenant les informations du fabricant de la batterie du destinataire	975
Figure 8-39 Destinataire obtenant les informations du fabricant de la batterie de la source	978
Figure 8-40 Source VCONN obtenant les informations du fabricant d'une fiche de câble	980
Figure 8-41 Source obtenant les codes pays du destinataire.....	983
Figure 8-42 Destinataire obtenant les codes pays de la source.....	985
Figure 8-43 Source VCONN obtenant les codes pays d'une fiche de câble	988
Figure 8-44 Source obtenant les informations relatives au pays du destinataire	990
Figure 8-45 Destinataire obtenant les informations relatives au pays de la source	993
Figure 8-46 Source VCONN obtenant les informations relatives au pays d'une fiche de câble	995
Figure 8-47 Source demandant un échange de sécurité avec le destinataire	998
Figure 8-48 Destinataire demandant un échange de sécurité avec la source	1000
Figure 8-49 Source Vconn demandant un échange de sécurité avec une fiche de câble ...	1003
Figure 8-50 Source demandant un échange de mise à jour du micrologiciel avec le destinataire.....	1006
Figure 8-51 Destinataire demandant un échange de mise à jour du micrologiciel avec la source.....	1008

Figure 8-52 Source Vconn demandant un échange de mise à jour du micrologiciel avec une fiche de câble	1010
Figure 8-53 Découverte d'identité DFP vers UFP	1012
Figure 8-54 Découverte d'identité port source vers fiche de câble.....	1015
Figure 8-55 Découverte d'identité DFP vers fiche de câble	1018
Figure 8-56 Mode d'entrée DFP vers UFP	1021
Figure 8-57 Mode de sortie DFP vers UFP	1024
Figure 8-58 Mode d'entrée DFP vers fiche de câble	1027
Figure 8-59 Mode de sortie DFP vers fiche de câble	1030
Figure 8-60 Demande d'attention d'UFP à DFP	1033
Figure 8-61 Essai du mode porteur BIST	1035
Figure 8-62 Essai de données d'essai BIST	1037
Figure 8-63 Présentation des états	1040
Figure 8-64 Références aux états	1041
Figure 8-65 Exemple de référence d'état avec conditions.....	1041
Figure 8-66 Exemple de référence d'état avec la même entrée et la même sortie	1041
Figure 8-67 Diagramme d'états du port source du moteur de politique	1042
Figure 8-68 Diagramme d'état d'un port destinataire	1051
Figure 8-69 Diagramme d'état de réinitialisation logicielle et d'erreur de protocole du port source	1058
Figure 8-70 Diagramme de réinitialisation logicielle et d'erreur de protocole du port destinataire.....	1059
Figure 8-71 Diagramme d'état de messages non pris en charge d'un port source	1061
Figure 8-72 Diagramme d'état de messages non pris en charge d'un port destinataire.....	1063
Figure 8-73 Diagramme d'état PING du port source	1064
Figure 8-74 Diagramme d'état d'alerte de la source d'un port source	1064
Figure 8-75 Diagramme d'état d'alerte de la source d'un port destinataire.....	1065
Figure 8-76 Diagramme d'état d'alerte du destinataire d'un port destinataire.....	1066
Figure 8-77 Diagramme d'état d'alerte du destinataire d'un port source	1066
Figure 8-78 Diagramme d'état d'un port destinataire obtenant les capacités étendues de la source	1067
Figure 8-79 Diagramme d'état d'une source donnant les capacités étendues de la source	1067
Figure 8-80 Diagramme d'état du port destinataire obtenant le statut de la source	1068
Figure 8-81 Diagramme d'état de la source donnant le statut de la source	1069
Figure 8-82 Diagramme d'état du port source obtenant le statut du destinataire	1069
Figure 8-83 Diagramme d'état du destinataire donnant le statut du destinataire	1070
Figure 8-84 Diagramme d'état du port destinataire obtenant le statut PPS de la source	1071
Figure 8-85 Diagramme d'état de la source donnant le statut PPS de la source	1071
Figure 8-86 Diagramme d'état d'obtention des capacités de la batterie	1072
Figure 8-87 Diagramme d'état d'indication des capacités de la batterie.....	1073
Figure 8-88 Diagramme d'état d'obtention du statut de la batterie	1073
Figure 8-89 Diagramme d'état d'indication du statut de la batterie	1074
Figure 8-90 Diagramme d'état d'obtention des informations du fabricant.....	1075

Figure 8-91 Diagramme d'état d'indication des informations du fabricant	1075
Figure 8-92 Diagramme d'état d'obtention des codes pays.....	1076
Figure 8-93 Diagramme d'état d'indication des codes pays	1077
Figure 8-94 Diagramme d'état d'obtention des informations relatives aux pays	1077
Figure 8-95 Diagramme d'état d'indication des informations relatives aux pays.....	1078
Figure 8-96 Diagramme d'état d'envoi d'une demande de sécurité	1079
Figure 8-97 Diagramme d'état d'envoi d'une réponse de sécurité.....	1079
Figure 8-98 Diagramme d'état de réponse de sécurité reçue.....	1080
Figure 8-99 Diagramme d'état d'envoi d'une demande de mise à jour du micrologiciel.....	1081
Figure 8-100 Diagramme d'état d'envoi d'une réponse de mise à jour du micrologiciel.....	1081
Figure 8-101 Diagramme d'état de réponse reçue de mise à jour du micrologiciel.....	1082
Figure 8-102 Diagramme d'état de permutation des rôles de transmission de données de DFP à UFP	1083
Figure 8-103 Diagramme d'état de permutation des rôles de transmission de données d'UFP à DFP.....	1085
Figure 8-104 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation des rôles d'alimentation de source à destinataire	1089
Figure 8-105 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation des rôles d'alimentation de destinataire à source	1092
Figure 8-106 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation rapide des rôles de source à destinataire	1096
Figure 8-107 Diagramme d'état du port double fonction lors de la permutation rapide des rôles de destinataire à source	1098
Figure 8-108 Diagramme (d'une source) double fonction obtenant les capacités de la source	1101
Figure 8-109 Diagramme (d'une source) double fonction indiquant les capacités du destinataire.....	1102
Figure 8-110 Diagramme d'état (d'un destinataire) double fonction obtenant les capacités du destinataire.....	1103
Figure 8-111 Diagramme d'état (d'un destinataire) double fonction indiquant les capacités de la source	1103
Figure 8-112 Diagramme d'état (d'une source) double obtenant les capacités étendues de la source.....	1104
Figure 8-113 Diagramme (d'une source) double fonction indiquant les capacités du destinataire.....	1105
Figure 8-114 Diagramme d'état de permutation de VCONN.....	1106
Figure 8-115 Diagrammes d'états de découverte d'identité de VDM structuré de l'initiateur au port.....	1109
Figure 8-116 Diagramme d'état de découverte des SVID de VDM structuré d'un initiateur	1110
Figure 8-117 Diagramme d'état de découverte des modes de VDM d'un initiateur.....	1112
Figure 8-118 Diagramme d'état de demande d'attention de VDM d'un initiateur	1113
Figure 8-119 Diagramme d'état de découverte d'identité de VDM structuré d'un répondre	1114
Figure 8-120 Diagramme d'état de découverte de SVID de VDM structuré d'un répondre	1115

Figure 8-121 Diagramme d'état de découverte des modes de VDM structuré d'un répondeur	1116
Figure 8-122 Diagramme d'état de réception d'une demande d'attention de VDM structuré	1117
Figure 8-123 Diagramme d'état d'entrée dans un mode de VDM d'un DFP	1118
Figure 8-124 Diagramme d'état de sortie d'un mode de VDM d'un DFP	1120
Figure 8-125 Diagramme d'état d'entrée dans un mode de VDM structuré d'un UFP	1121
Figure 8-126 Diagramme d'état de sortie d'un mode de VDM structuré d'un UFP	1123
Figure 8-127 Diagramme d'état de VDM de câble prêt	1124
Figure 8-128 Diagramme d'état d'une réinitialisation logicielle de la fiche de câble	1125
Figure 8-129 Diagramme d'état d'une réinitialisation matérielle de la fiche de câble	1125
Figure 8-130 Diagramme d'état d'une réinitialisation logicielle de la source VCONN ou de la réinitialisation de câble d'une fiche de câble	1126
Figure 8-131 Diagramme d'état de découverte d'identité de VDM structuré au démarrage de la source	1127
Figure 8-132 Diagramme d'état d'entrée dans un mode de VDM structuré d'une fiche de câble	1129
Figure 8-133 Diagramme d'état de sortie d'un mode de VDM structuré d'une fiche de câble	1131
Figure 8-134 Diagramme d'état de mode porteur BIST	1132
Figure 9-1 Exemple de topologie d'alimentation USB	1140
Figure 9-2 Mise en correspondance de la topologie PD vers USB	1141
Figure 9-3 Passage de l'état USB Attached à l'état USB Powered	1142
Figure 9-4 Passage de tout état USB à l'état USB Attached (fonctionnement en tant que consommateur)	1143
Figure 9-5 Passage de tout état USB à l'état USB Attached (fonctionnement en tant que fournisseur)	1143
Figure 9-6 Passage de tout état USB à l'état USB Attached (après une permutation des rôles de données USB Type-C)	1144
Figure 9-7 Pile de logiciels sur un système d'exploitation compatible avec l'alimentation USB	1145
Figure 9-8 Enumération d'un dispositif PDUSB	1146
Figure 10-1 Présentation de la règle d'alimentation de la source	1156
Figure 10-2 Exemple de règle d'alimentation de la source	1157
Figure B-1 Alimentation externe fournie en aval	1165
Figure B-2 Alimentation externe fournie en amont	1169
Figure B-3 Rendu de puissance	1176
Figure D-1 Bloc de circuits du récepteur de différences finies BMC	1203
Figure D-2 Bruit BMC en courant alternatif et en courant continu de VBUS au niveau du destinataire de l'alimentation	1204
Figure D-3 Modèle de signaux BMC (a) sans bruit [USB 2.0] SE0 (b) avec bruit [USB 2.0] SE0	1205
Figure D-4 Dérivée du signal BMC mise à l'échelle avec vitesse d'échantillonnage de 50 ns	1205
Figure D-5 Signal BMC et résultat des différences finies avec différents intervalles de temps	1206
Figure D-6 Résultat des différences finies (ligne en pointillés) et du détecteur de front (ligne continue)	1206

Figure D-7 Zone de bruit et zone de détection du récepteur BMC	1207
Figure D-8 Bloc de circuits du récepteur de soustraction BMC	1207
Figure D-9 (a) Sortie de LPF1 et de LPF2 (b) Soustraction des sorties LPF1 et LPF2	1208
Figure D-10 Sortie de BMC LPF1 (courbe bleue en pointillés) et du soustracteur (courbe rouge)	1208
Figure E-1 Exemple de système apte à la FRS	1209
Figure E-2 Déchargement lent de V_{BUS}	1211
Figure E-3 Déchargement rapide de V_{BUS}	1212
Figure E-4 Diagramme de séquence de déchargement lent de V_{BUS} (déchargement après l'envoi du message FR_Swap)	1215

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 de l'USB Type-C comme canal de communications) que ce qui est défini dans les

spécifications [\[USB 2.0\]](#), [\[USB 3.2\]](#), [\[USB Type-C 1.3\]](#) 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 indésirable 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 1.3]** 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 1.3]** 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 1.3]** 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 vendeurs d'alimentation électrique, les fabricants de plateformes, dispositifs et assemblages de câbles **[USB 2.0]**, **[USB 3.2]**, **[USB Type-C 1.3]** et **[USBBC 1.2]**.

Des informations à caractère **Normatif** 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 les 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 conditionnel** 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 de garantir 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 facultatif** 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 Réserve

Le mot-clé **Réserve(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 **Réserve(s/ée/ées) Devoir/Doit/Doivent** être défini sur zéro par l'expéditeur et **Devoir/Doit/Doivent** être **Ignoré(s/ée/ées)** par le récepteur. Les valeurs de champs **Réserve(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

Les mots-clés **Devoir/Doit/Doivent** et **Normatif** sont utilisés de manière équivalente pour indiquer une exigence obligatoire. Les concepteurs sont tenus de mettre en œuvre l'ensemble de ces exigences afin de garantir 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 1.0]** – Spécification de passerelle Universal Serial Bus Type-C, révision 1.0, 25 mars 2016. 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 1.3]** – Spécification de câble et de connecteur Universal Serial Bus Type-C, révision 1.3, 14 juillet 2017. 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.