

DIN EN IEC 62680-1-2



ICS 29.220.01; 33.120.01; 35.200

Einsprüche bis 2020-01-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62680-1-2:2018-07**Entwurf**

**Schnittstellen des Universellen Seriellen Busses für Daten und Energie –
Teil 1-2: Gemeinsame Komponenten –
Festlegung für die USB-Stromversorgung
(IEC 100/3189/CDV:2019);
Englische Fassung prEN IEC 62680-1-2:2019**

Universal serial bus interfaces for data and power –
Part 1-2: Common components –
USB Power Delivery specification
(IEC 100/3189/CDV:2019);
English version prEN IEC 62680-1-2:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-11-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 623 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Englische Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 62680-1-2:2019 „Schnittstellen des Universellen Seriellen Busses für Daten und Energie – Teil 1-2: Gemeinsame Komponenten – Festlegung für die USB-Stromversorgung“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 100/3189/CDV:2019 „Universal serial bus interfaces for data and power – Part 1-2: Common components – USB Power Delivery specification“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 62680-1-2:2019 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom TC 100 „Audio, video and multimedia systems and equipment“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 742 „Audio-, Video- und Multimediasysteme, -geräte und -komponenten“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Das Präsidium des DIN hat mit Präsidialbeschluss 1/2004 festgelegt, dass DIN-Normen, deren Inhalt sich auf internationale Arbeitsergebnisse der Informationsverarbeitung gründet, unter bestimmten Bedingungen allein in englischer Sprache veröffentlicht werden dürfen. Diese Bedingungen sind für den vorliegenden Norm-Entwurf erfüllt.

Da sich die Benutzer des vorliegenden Norm-Entwurfs der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung des prEN IEC 62680-1-2 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 1, der Einleitung, Abschnitt 1.3, der den Anwendungsbereich festlegt, und Abschnitt 1.6, der die Begriffe und Abkürzungen festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als informativer Nationaler Anhang NA des vorliegenden Norm-Entwurfs hinzugefügt. Für einige der verwendeten Begriffe existieren keine gebräuchlichen deutschen Benennungen, da sich die deutschen Anwender in der Regel ebenfalls der englischen Benennungen bedienen. Dieser Norm-Entwurf steht nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit Rechtsvorschriften und ist nicht als Sicherheitsnorm anzusehen.

Es ist vorgesehen, auch bei der entsprechenden zukünftigen Deutschen Norm auf die deutsche Sprachfassung zu verzichten und diese in der englischsprachigen Fassung zu veröffentlichen.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62680-1-2:2018-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Hinzufügen von Elementen zur Implementierung der USB-Stromversorgung

Nationaler Anhang NA (informativ)

Auszugsweise Übersetzung

Reihenfolge und Inhalt der folgenden Abschnitte sind identisch mit denen in den jeweiligen Abschnitten der Englischen Fassung.

1 Einleitung

Der USB hat sich aus einer Datenschnittstelle entwickelt, die in der Lage war, ein begrenztes Maß an Leistung an einen Primärstromversorger über eine Datenschnittstelle zu liefern. Heute laden sich viele Geräte über die in Laptops, Pkws, Flugzeugen oder sogar Wandsteckdosen enthaltenen USB-Anschlüsse auf oder beziehen ihren Strom darüber. Der USB hat sich zu einer universellen Netzsteckdose für viele Kleingeräte wie Mobiltelefone, MP3-Player und andere vom Benutzer in der Hand gehaltene Geräte entwickelt. Benutzer erwarten, dass ein USB-Anschluss nicht nur als Datenschnittstelle fungiert, sondern auch die daran angeschlossenen Geräte einfach mit Strom versorgt oder auflädt, oft sogar ohne einen gesonderten Treiber, damit dieser auch herkömmliche USB-Funktionen erfüllen kann.

Es gibt jedoch immer noch viele Geräte, die zusätzlich entweder einen Stromanschluss über eine Wandsteckdose erfordern oder im Betrieb den für USB zugelassenen Bemessungsstrom überschreiten. Internationale Vorschriften schreiben aufgrund ökologischer und praktischer Erwägungen zunehmend ein besseres Energiemanagement im Hinblick auf die Stromverfügbarkeit vor. Die Vorschriften begrenzen den aus dem Netz verfügbaren Strom, was zu einem dringenden Optimierungsbedarf bei der Stromnutzung geführt hat. Die Spezifikation für die USB-Stromversorgung (en: „USB Power Delivery Specification“) verfügt über das Potential, die Stromverschwendung zu minimieren, indem sie Ladegeräte normiert, die nicht durch **[USBBC 1.2]** abgedeckt sind.

Der breitere Einsatz von kabellosen Lösungen stellt den Versuch dar, Datenkabel zu vermeiden, die Notwendigkeit einer „kabelgebundenen“ Aufladung bleibt dennoch. Darüber hinaus bewirken die Anforderungen des industriellen Designs, dass bei der drahtgebundenen Anbindung viel mehr über ein und denselben Steckverbinder realisiert wird.

Die USB-Stromversorgung ermöglicht dank ihres Designs die maximale Funktionalität des USB als eine flexiblere Stromversorgung zusammen mit der Möglichkeit der Datenübertragung über ein einziges Kabel. Das Ziel ist dabei, innerhalb des vorhandenen USB-Ökosystems zu arbeiten und darauf aufzubauen; dabei sollen die Leistungspegel vorhandener USB-Normen angehoben werden, beispielsweise bei der Batterieladung, wodurch neue Anwendungsfälle für höhere Leistung ermöglicht werden, beispielsweise über USB versorgte Festplattenlaufwerke (HDD, en: hard disk drive) und Drucker.

Bei der USB-Stromversorgung ist die Stromrichtung nicht mehr festgelegt. Dadurch kann das Gerät, das über den Strom verfügt (Host oder Peripheriegerät), den Strom bereitstellen. Beispielsweise kann ein Anzeigegerät mit einer Stromversorgung aus der Wandsteckdose einen Laptop mit Strom versorgen oder aufladen. Alternativ können USB-Netzteile oder Ladegeräte Laptops oder andere batteriebetriebene Geräte über ihre herkömmlichen, Strom liefernden USB-Anschlüsse mit Strom versorgen.

Durch die USB-Stromversorgung können Hubs das Mittel zur Optimierung des Energiemanagements bei unterschiedlichen Peripheriegeräten werden, indem jedes Gerät nur den Strom aufnehmen darf, den es benötigt, und auch mehr Strom aufnehmen darf, wenn es für eine bestimmte Anwendung erforderlich ist. Beispielsweise können batteriebetriebene Geräte einen höheren Ladestrom erhalten und ihn zeitweilig wieder abgeben, wenn das Festplattenlaufwerk des Nutzers ihn beim Anlaufen benötigt. Optional (**Optionally**) können die Hubs entweder automatisch oder durch ein gewisses Maß an Nutzereingriff mit dem PC kommunizieren, um ein noch intelligenteres und flexibleres Energiemanagement zu ermöglichen.

Die USB-Stromversorgung macht es möglich, dass Niedrigstromanwendungen wie beispielsweise Kopfhörer nur den Strom „ziehen“, den sie wirklich benötigen. Dies liefert eine einfache Lösung, um USB-Geräte bei ihrem optimalen Leistungspegel zu betreiben.

Die Spezifikation für die Stromversorgung kann neben der von ihr geleisteten Vorgabe von Mechanismen zur „Stromaushandlung“ auch als Seitenband-Kanal für den standardmäßigen und anbietereigenen Nachrichtenaustausch genutzt werden. Die Stromversorgung ermöglicht alternative Betriebsarten durch die Bereitstellung von Mechanismen für die Erkennung, das Wechseln in und das Verlassen von Alternativmodi. Diese Spezifikation ermöglicht auch die Erkennung der Leistungsfähigkeit von Kabeln, wie beispielsweise unterstützte Übertragungsgeschwindigkeiten und Strompegel.

1.3 Anwendungsbereich

Diese Spezifikation ist als Erweiterung der bereits vorhandenen Spezifikationen **[USB 2.0]**, **[USB 3.2]**, **[USB Type-C 1.3]** und **[USBBC 1.2]** gedacht. Hier sind nur die Elemente zur Implementierung der USB-Stromversorgung beschrieben. Sie richtet sich an Anbieter von Netzteilen und Hersteller von **[USB 2.0]**-, **[USB 3.2]**-, **[USB Type-C 1.3]**- und **[USBBC 1.2]**-Plattformen, -Geräten und -Kabelsätzen.

Normative (**Normative**) Angaben dienen dazu, die Interoperabilität der entsprechend dieser Spezifikation konstruierten Komponenten zu ermöglichen. Informative Angaben, soweit vorhanden, illustrieren mögliche Umsetzungen der Konstruktion.

1.6 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Für weitere Begriffe zum universellen seriellen Bus siehe auch Kapitel 2 „Begriffe und Abkürzungen“ in **[USB 2.0]**, **[USB 3.2]**, **[USB Type-C 1.3]** und **[USBBC 1.2]**.

Tabelle 1-1 Begriffe und Abkürzungen (1 von 11)

Begriff	Beschreibung
aktives Kabel (en: active cable)	Kabel mit je einem USB-Stecker an beiden Enden, von denen mindestens einer ein Kabelstecker ist, der SOP ¹ unterstützt und auch Datenbus-Signalauswerteschaltungen enthält. Das Kabel unterstützt neben weiteren strukturierten VDM-Befehlen (elektronisch markiertes Kabel, siehe [USB Type-C 1.3]) den strukturierten VDM-Befehl Discover Identity zur Merkmalsbestimmung.
aktiver Modus (en: active mode)	wirksamer Modus, der noch nicht wieder verlassen wurde
Alternativmodus (en: alternate mode)	wie in [USB Type-C 1.3] definiert. Gleichwertig zu Modus in der Spezifikation zur USB-Stromversorgung.
Alternativmodusadapter (en: alternate mode adapter; AMA)	PDUSB-Gerät, das die in [USB Type-C 1.3] definierten Alternativmodi unterstützt. Hinweis: Da ein AMA ein PDUSB-Gerät darstellt, verfügt es über einen einzigen UFP, der nur über SOP-Pakete adressierbar ist.
Alternativmodus-Controller (en: alternate mode controller; AMC)	DFP, der den in [USB Type-C 1.3] definierten Anschluss an AMAs unterstützt. Ein DFP, der gleichzeitig ein AMC ist, kann auch als PDUSB-Host dienen.
verbessertes Stromversorgungsdatenobjekt (en: augmented power data object; APDO)	Datenobjekt zur Darstellung der Ressourcen eines als Stromquelle arbeitenden Anschlusses oder zur Darstellung der Leistungsanforderungen eines Stromverbrauchers als Bestandteil einer Source_Capabilities - oder Sink_Capabilities -Nachricht. Es wird ein Datenobjekt für die programmierbare Stromversorgung definiert.
unteilbare Nachrichtensequenz (en: atomic message sequence; AMS)	feste Abfolge von Nachrichten, wie in 8.3.2 definiert, die typischerweise in einem der folgenden Zustände beginnt und endet: PE_SRC_Ready , PE_SNK_Ready oder PE_CBL_Ready . Eine AMS kann unterbrechbar oder unterbrechungsfrei sein.
anschießen (en: attach)	mechanisches Verbinden des Anschlusspaars über ein Kabel
angeschlossen (en: attached)	USB-Stromversorgungsanschlüsse, die mechanisch über ein USB-Kabel miteinander verbunden sind
Batterie (en: battery)	Energiespeicher, der einem Anschluss nachgeschaltet ist und der entweder als Stromquelle oder als Stromempfänger fungiert

Tabelle 1 (2 von 11)

Begriff	Beschreibung
Batterie-Slot (en: battery slot)	physischer Ort, an dem eine im laufenden Betrieb austauschbare Batterie eingesetzt werden kann. In einem Batterie-Slot kann sich zu einem gegebenen Zeitpunkt eine im laufenden Betrieb austauschbare Batterie befinden oder auch nicht.
Batterieversorgung (en: battery supply)	Stromversorgung, die den Ausgang einer Batterie direkt auf den VBUS anwendet. Diese wird verfügbar gemacht durch das Batterieversorgungs-Stromversorgungsdatenobjekt (siehe 6.4.1.2.4).
Binäre Frequenzumtastung (en: binary frequency shift keying; BFSK)	in dieser Spezifikation abgelehntes (Deprecated) Signalübertragungsschema. Die binäre Frequenzumtastung verwendete ein diskretes Frequenzpaar zur Übertragung von Binärdaten (0 s und 1 s) über VBUS. Weitere Informationen hierzu siehe [USBD 2.0] .
Biphase-Mark-Codierung (en: biphase mark coding; BMC)	Modifikation der Manchester-Codierung, bei der jeder Nullpunkt einen Übergang und eine Eins zwei Übergänge besitzt (siehe [IEC 60958-1]).
eingebauter Selbsttest (en: built in self-test; BIST)	Prüfmechanismus auf Stromversorgung für die Bitübertragungsschicht (en: PHY layer)
BIST-Datenobjekt (en: BIST data object; BDO)	von BIST -Nachrichten verwendetes Datenobjekt
BIST-Modus (en: BIST mode)	Prüfmodus für einen BIST-Empfänger oder -Sender, der durch eine BIST -Nachricht aktiviert wird
Kabelstecker (en: cable plug)	Begriff, der ein stromlieferfähiges Element in einem Mehrpunktnetz beschreibt, das von SOP/SOP“-Paketen angesteuert wird. Logisch gehört der Kabelstecker zu einem USB-Stecker an einem Kabelende. In einer praktischen Umsetzung kann sich die Elektronik überall im Kabel befinden.
Kabel-Reset (en: cable reset)	wird durch die Signalisierung Cable Reset vom DFP ausgelöst. Dies setzt die Kabelstecker in ihren Grundzustand „eingeschaltet“ und die Kommunikations-Engine der Stromversorgung in ihren Grundzustand zurück. Die Anschlusspartner werden nicht zurückgesetzt, während VCONN in seinen Zustand „angeschlossen“ zurückgesetzt wird.
Durchgangsladung (en: charge through)	Mechanismus für ein VCONN-gespeistes USB-Gerät (VPD), der dazu dient, Strom und CC-Kommunikation von einem Anschluss ohne Beeinflussung oder Nachregulierung zu einem anderen zu übertragen
Durchgangsladeanschluss (en: charge through port)	USB-Typ-C-Buchse an einem USB-Gerät, die für das Anschließen einer Quelle über das USB-Gerät zwecks Laden eines angeschlossenen Systems vorgesehen ist. Dies wird zumeist dafür verwendet, einem Host mit einem einzigen Anschluss das Unterstützen eines USB-Geräts zu unterstützen, während er geladen wird.
Segment (en: chunk)	Teil eines Datenblocks mit MaxExtendedMsgChunkLen (26 Byte) oder weniger. Datenblöcke können entweder als Einzelnachricht oder als eine Reihe von Segmenten gesendet werden.
Segmentierung (en: chunking)	Prozess der Aufteilung eines Datenblocks mit mehr als 26 Byte (MaxExtendedMsgLegacyLen) in mindestens zwei Segmente
stromlose Buchse (en: cold socket)	Anschluss, der erst dann eine Spannung vSafe5V an VBUS anlegt, wenn ein Stromverbraucher angeschlossen ist
Befehl (en: command)	Nachrichtenpaar bestehend aus Anforderung und Antwort, das als Teil einer strukturierten vom Anbieter definierten Nachricht (VDM, en: vendor defined message) definiert ist (siehe 6.4.4.2)
Konfigurationskanal (en: configuration channel; CC)	vom BMC PHY-Bitsignalübertragungsschema verwendeter Einzeldraht (siehe [USB Type-C 1.3])
verbunden (en: connected)	USB-Stromversorgungsanschlüsse, die eine Nachricht sowie eine diesbezügliche Antwortnachricht GoodCRC über das USB-Stromversorgungsprotokoll ausgetauscht haben, damit beide Anschlusspartner wissen, dass jeder der beiden Anschlüsse fähig ist, die Stromversorgung zu übernehmen

Tabelle 1 (3 von 11)

Begriff	Beschreibung
Verbraucher (en: consumer)	Fähigkeit eines USB-Stromversorgungsanschlusses (üblicherweise der UFP eines Geräts), Strom von der stromführenden Leitung (z. B. VBUS) aufzunehmen. Dies entspricht einem USB-Typ-C-Anschluss mit gesetztem Rd auf seiner Kommunikationskanalleitung.
Verbraucher/Stromlieferant (en: consumer/provider)	Verbraucher mit der zusätzlichen Fähigkeit, als Stromlieferant zu arbeiten. Dies entspricht einem Doppelfunktionsanschluss mit gesetztem Rd auf seiner Kommunikationskanalleitung
kontinuierlicher BIST-Modus (en: continuous BIST mode)	BIST-Modus, bei dem der gerade zu prüfende Anschluss oder Kabelstecker einen Dauerstrom an Prüfdaten sendet
konstante Spannung (en: constant voltage; CV)	Modus, in dem die Ausgangsspannung der Quelle auch bei Änderung der Last konstant bleibt
Vertrag (en: contract)	zwischen einem Anschlusspaar getroffene Vereinbarung über Leistungspegel und -richtung. Ein Vertrag kann explizit zwischen dem Anschlusspaar ausgehandelt werden oder implizit als Leistungspegel durch den aktuellen Zustand definiert sein. Wenn im Stromversorgungsmodus gearbeitet wird, liegt immer ein expliziter oder impliziter Vertrag vor. Dieser Vertrag kann nur im Fall einer (Nach-)verhandlung, eines Rollentauschs Stromquelle/-verbraucher, eines Rollentauschs Host/Gerät, eines harten Reset oder eines Ausfalls der Stromquelle geändert werden.
Steuerungsnachricht (en: control message)	eine Nachricht wird als Steuerungsnachricht definiert, wenn das Feld Anzahl Datenobjekte im Nachrichtenkopf auf 0 gesetzt ist. Die Steuerungsnachricht besteht nur aus einem Nachrichtenkopf und einem CRC.
Strombegrenzung (en: current limit; CL)	strombegrenzende Funktion einer Quelle. Wenn der Stromverbraucher versucht, mehr Strom von der Quelle zu beziehen, als durch den angeforderten Stromgrenzwert vorgegeben, so senkt die Quelle ihre Ausgangsspannung so weit ab, dass der Strom, den sie liefert, bei oder unter dem angeforderten Wert liegt.
Datenblock (en: data block)	Nutzdateneinheit für eine erweiterte Nachricht. Die Größe jedes Datenblocks wird als eine Abfolge von Bytes bis zu einer Länge von MaxExtendedMsgLen Bytes definiert. Dies unterscheidet ihn von einem von einer Datennachricht verwendeten Datenobjekt, denn dies ist immer ein 32-Bit-Objekt.
Datennachricht (en: data message)	eine Datennachricht besteht aus einem Nachrichtenkopf, gefolgt von mindestens einem Datenobjekt. Datennachrichten lassen sich leicht erkennen, da der Wert des Felds Anzahl Datenobjekte im Nachrichtenkopf immer ein Wert ungleich Null ist.
Datenobjekt (en: data object)	Nutzdateneinheit für eine Datennachricht. Dieses 32-Bit-Objekt enthält spezifische Informationen zu verschiedenen Arten von Datennachrichten. Folgende Datenobjekte sind definiert: Stromversorgung (PDO), Anforderung (RDO), BIST und Anbieter (VDO).
Rollentausch Host/Gerät (en: data role swap)	Vorgang des Rollentauschs zwischen Anschlusspartnern als Funktionswechsel von Host (DFP) zu Gerät (UFP) mithilfe des [USB Type-C 1.3] -Steckverbinders
leere Batterie (en: dead battery)	die Batterie eines Geräts wird als leer bezeichnet, wenn sie nicht in der Lage ist, die Gerätefunktionen mit Leistung zu versorgen
abkoppeln (en: detach)	Trennen der mechanischen Verbindung des Anschlusspaars mittels Entfernen des Kabels
abgekoppelt (en: detached)	USB-Stromversorgungsanschlüsse, die nicht mehr mechanisch über ein USB-Kabel miteinander verbunden sind
Gerät (en: device)	wenn in der englischen Fassung kleingeschrieben, bezieht sich dieser Begriff auf ein beliebiges USB-Produkt, entweder ein USB-Gerät oder einen USB-Host. Bei Großschreibung ist ein USB-Gerät gemeint (Peripheriegerät oder Hub).
Geräterichtlinienmanager (en: device policy manager; DPM)	in USB-Stromquelle oder -verbraucher arbeitendes Modul, das die lokale Richtlinie über die Richtlinien-Engine auf jeden im Gerät befindlichen Anschluss anwendet
Erkennungsprozess (en: discovery process)	Befehlssequenz, die strukturierte vom Anbieter definierte Nachrichten zur Identifikation der Anschlusspartner, ihrer unterstützten SVIDs und Modi verwendet

Tabelle 1 (4 von 11)

Begriff	Beschreibung
abwärtsgerichteter Anschluss (en: downstream facing port; DFP)	gibt die Anschlussposition in der USB-Topologie an, die üblicherweise einem USB-Host-Root-Anschluss oder einem Hub-Abwärts-Anschluss entsprechend der Definition in [USB Type-C 1.3] entspricht. Wenn die Verbindung hergestellt ist, fungiert der Anschluss standardmäßig als USB-Host (bei unterstützter USB-Kommunikation) und Stromquelle.
Doppelfunktion Host/Gerät (en: dual-role data; DRD)	Fähigkeit, entweder als DFP oder UFP zu arbeiten
Doppelfunktionsanschluss Host/Gerät (en: dual-role data port)	Anschluss, der als DRD arbeiten kann
Doppelfunktion Stromquelle/- verbraucher (en: dual-role power; DRP)	Fähigkeit, entweder als Stromquelle oder Stromverbraucher zu arbeiten
Doppelfunktion Netzteil/Gerät (en: dual-role power device)	Produkt, das über mindestens einen Doppelfunktionsanschluss Netzteil/Gerät verfügt, der sowohl als Stromquelle als auch als Stromverbraucher arbeiten kann
Doppelfunktionsanschluss Netzteil/Gerät (en: dual-role power port)	Anschluss, der als DRP arbeiten kann
Paketende (en: end of packet; EOP)	K-Code-Kennung zum Kennzeichnen des Endes eines Pakets
Prozess „Enter Mode“ (en: enter mode process)	Befehlssequenz, die strukturierte vom Anbieter definierte Nachrichten verwendet, damit die Anschlusspartner in einen bestimmten Modus wechseln
Wiederherstellung nach Fehler (en: error recovery)	in [USB Type-C 1.3] definierter Wiederherstellungsprozess nach einem Fehler
Prozess „Exit Mode“ (en: exit mode process)	Befehlssequenz, die strukturierte vom Anbieter definierte Nachrichten verwendet, damit die Anschlusspartner einen bestimmten Modus verlassen
expliziter Vertrag (en: explicit contract)	zwischen einem Anschlusspaar getroffene Vereinbarung als Ergebnis eines Verhandlungsprozesses über die Stromversorgung. Es wird ein „expliziter Vertrag“ geschlossen (oder fortgesetzt), sobald eine Stromquelle eine Accept -Nachricht als Antwort auf eine Request -Nachricht von einem Stromverbraucher sendet, gefolgt von einer PS_RDY -Nachricht, die angibt, dass die Stromversorgung bereit ist; dies entspricht dem Status PE_SRC_Ready für eine Stromquellen-Richtlinien-Engine und dem Status PE_SNK_Ready für eine Stromverbraucher-Richtlinien-Engine. Der explizite Vertrag kann durch eine Nachverhandlung verändert werden. Alle Anschlusspaare müssen explizite Verträge schließen.
erweiterte Nachricht (en: extended message; EM)	Nachricht, die Datenblöcke enthält. Die erweiterte Nachricht ist dadurch definiert, dass das Feld Extended im Nachrichtenkopf auf Eins gesetzt ist, und enthält einen erweiterten Nachrichtenkopf, der unmittelbar auf den Nachrichtenkopf folgt
erweiterter Nachrichtenkopf (en: extended message header)	jede erweiterte Nachricht enthält einen 16 Bit umfassenden erweiterten Nachrichtenkopf, der unmittelbar auf den Nachrichtenkopf mit der Information über den Datenblock und ggf. angewendete Segmentierung folgt
schneller Rollentausch (en: fast role swap)	Vorgang des schnellen Rollentauschs von Stromverbraucher zu Stromquelle zwischen Anschlusspartnern aufgrund der Abschaltung einer externen Stromversorgung
Anforderung eines schnellen Rollentauschs (en: fast role swap request)	Meldung einer ursprünglichen Quelle gegenüber einem ursprünglichen Verbraucher, dass ein schneller Rollentausch vonnöten ist. Die Anforderung eines schnellen Rollentauschs wird übermittelt, indem die CC-Leitung gegen Masse angesteuert wird; es handelt sich nicht um eine Nachricht oder ein Signal.
fest installierte Batterie (en: fixed battery)	Batterie, die nicht einfach vom Endnutzer entfernt oder ausgetauscht werden kann und zum Beispiel Spezialwerkzeug für den Ein- oder Ausbau erfordert oder angelötet ist
fest installierte Stromversorgung (en: fixed supply)	gut regulierbare, fest installierte Spannungsquelle. Diese wird verfügbar gemacht durch das Stromversorgungsdatenobjekt „fest installierte Stromversorgung“ (siehe 6.4.1.2.2).

Tabelle 1 (5 von 11)

Begriff	Beschreibung
Telegramm (en: frame)	Oberbegriff für eine von der USB-Stromversorgung übertragene Einzelkommunikation, wie beispielsweise ein Paket, ein Testtelegramm oder eine Signalübertragung
Harter Reset (en: hard reset)	wird durch die Signalisierung Hard Reset von einem der Anschlusspartner ausgelöst. Er setzt den VBUS auf USB-Standardbetrieb zurück und setzt die Kommunikations-Engine der USB-Stromversorgung sowohl in beiden Anschlusspartnern als auch in den ggf. angeschlossenen Kabelsteckern in den Grundzustand zurück. Dies gibt den beiden Anschlusspartnern ihre standardmäßigen Rollen als Host oder Gerät zurück und die VCONN-Quelle an den Stromquellenanschluss.
HDD (en: hard disk drive)	Festplattenlaufwerk
im laufenden Betrieb austauschbare Batterie (en: hot swappable battery)	für Nutzer leicht zugängliche und damit leicht ausbaubare oder austauschbare Batterie
ID-Kopf-VDO (en: ID header VDO)	vom Anbieter definiertes Datenobjekt in einem Discover Identity -Befehl, das unmittelbar auf den VDM-Kopf folgt. Das ID-Kopf-VDO enthält die zum Stromversorgungsprodukt gehörigen Informationen.
impliziter Vertrag (en: implicit contract)	zwischen einem Anschlusspaar getroffene Vereinbarung über Leistungspegel, die nicht ein Ergebnis eines Verhandlungsprozesses über die Stromversorgung darstellt, sondern das Ergebnis eines Rollentauschs oder schnellen Rollentauschs Stromquelle/-verbraucher ist. Implizite Verträge sind Übergangsverträge, da das Anschlusspaar unmittelbar nach dem Rollentausch einen expliziten Vertrag aushandeln muss. Ein impliziter Vertrag muss (Shall) auf den USB-Typ-C-Strom begrenzt sein (siehe [USB Type-C 1.3]).
Initiator (en: initiator)	ursprünglicher Sender einer Befehlsanforderung in Form einer Abfrage
unterbrechbar (en: interruptible)	eine AMS, die nach Empfang eines Protokollfehlers in den geeigneten betriebsbereiten Zustand zurückfällt, um die eingehende Nachricht zu verarbeiten, wird als „unterbrechbar“ bezeichnet. Jede AMS ist unterbrechbar, bis die erste Nachricht in der AMS gesendet wurde (eine GoodCRC -Nachricht wurde empfangen). Eine AMS von Anbieter-Nachrichten ist in der gesamten Sequenz unterbrechbar.
IoC	in [IEC 63002] definierter ausgehandelter Strom
Spannungsfall am Innenwiderstand (en: IR drop)	Spannungsfall über Kabel und Steckverbinder zwischen Stromquelle und Verbraucher. Dies ist eine Funktion des Widerstands des Erdungsdrahts und des stromführenden Drahts im Kabel plus Kontaktwiderstand in den Steckverbindern multipliziert mit dem anliegenden Strom.
K-Code (en: K-code)	Sonderzeichen des Codierungsschemas 4b5b. K-Codes werden zur Signalisierung eines harten Reset und eines Kabel-Reset verwendet und kennzeichnen Paketgrenzen.
lokale Richtlinie (en: local policy)	jedes zur USB-Stromversorgung fähige Gerät verfügt über seine eigene Richtlinie, genannt „lokale Richtlinie“, die von dessen Richtlinien-Engine ausgeführt wird, um damit das Geräteverhalten als Stromlieferant zu steuern. Dabei kann die lokale Richtlinie zu einem beliebigen Zeitpunkt die standardmäßige Richtlinie, welche fest einprogrammiert wurde oder durch Änderungen an Betriebsparametern modifiziert wurde, oder eine vom System-Host vorgegebene Richtlinie sein (oder auch eine Kombination aus den vorgenannten Möglichkeiten). Die lokale Richtlinie kann optional (Optionally) durch einen Systemrichtlinienmanager geändert werden.
LPS (en: limited power supply)	begrenzte Stromversorgung nach Definition in [IEC 62368-1]
Nachricht (en: message)	Nutzdatenpaket bestehend aus einem Nachrichtenkopf bei Steuerungsnachrichten und einem Nachrichtenkopf und Daten bei Datennachrichten und erweiterten Nachrichten entsprechend der Definition in Abschnitt 6
Nachrichtenkopf (en: message header)	jede Nachricht beginnt mit einem 16 Bit umfassenden Nachrichtenkopf, der Basisinformationen über die Nachricht und die Ressourcen des USB-Stromversorgungsanschlusses enthält
Nachrichtenaustausch (en: messaging)	Kommunikation in Form von Nachrichten entsprechend der Definition in Kapitel 6

Tabelle 1 (6 von 11)

Begriff	Beschreibung
Modalbetrieb (en: modal operation)	Zustand mit einem oder mehreren aktiven Modi. Der Modalbetrieb endet, wenn keine aktiven Modi mehr vorhanden sind
Modus (en: mode)	vom Hersteller oder einer Normungsorganisation definierte Betriebsart, die mit einer SVID verbunden ist, deren Definition außerhalb des Anwendungsbereichs von USB-IF-Spezifikationen liegt. Beginn und Ende des Modus werden über die Prozesse „Enter Mode“ und „Exit Mode“ gesteuert. Modi entsprechen den in [USB Type-C 1.3] beschriebenen Alternativmodi.
Mehrpunktnetz (en: multi-drop)	bezieht sich auf ein Stromversorgungssystem mit mindestens einem Kabelstecker, in dem die Kommunikation eher über die Kabelstecker als die Anschlusspartner läuft. Mehrpunktnetze teilen sich den Kommunikationskanal für die USB-Stromversorgung mit den Anschlusspartnern.
Verhandlung (en: negotiation)	dabei handelt es sich um folgenden USB-Stromversorgungsprozess: <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Stromquelle gibt ihre Ressourcen bekannt. 2. Stromverbraucher fordert eine der bekannt gegebenen Ressourcen an. 3. Die Stromquelle quittiert die Anforderung und ändert ihre Leistungsabgabe, um die Anforderung zu erfüllen. Das Ergebnis der Verhandlung ist ein Vertrag über die Stromlieferung / den Stromverbrauch zwischen dem Anschlusspaar.
unterbrechungsfrei (en: non-interruptible)	AMS, die bei Empfang eines Protokollfehlers entweder einen weichen oder harten Reset generiert. Jede strombezogene AMS ist unterbrechungsfrei, sobald die erste Nachricht in der AMS gesendet wurde (eine GoodCRC -Nachricht wurde empfangen).
OCP (en: over-current protection)	Überstromschutz
OTP (en: over-temperature protection)	Übertemperaturschutz
OVP (en: over-voltage protection)	Überspannungsschutz
Paket (en: packet)	eine Gesamteinheit der USB-Stromversorgungskommunikation einschließlich Vorspann, SOP* , Nutzdaten, zyklischer Redundanzprüfung und EOP entsprechend der Definition in 5.6
passives Kabel (en: passive cable)	Kabel mit je einem USB-Stecker an beiden Enden, von denen mindestens einer ein Kabelstecker ist, der SOP* unterstützt und keine Datenbus-Signalauswerteschaltungen enthält. Das Kabel unterstützt die strukturierte VDM-Nachricht Discover Identity zur Merkmalsbestimmung (elektronisch markiertes Kabel, siehe [USB Type-C 1.3]). Hinweis: Diese Spezifikation behandelt keine passiven Kabel, bei denen es sich nicht um elektronisch markierte Kabel handelt.
PD (en: power delivery)	USB-Stromversorgung
zur Stromversorgung via USB geeignet (en: PD capable)	Anschluss, der die USB-Stromversorgung unterstützt
PD-Verbindung (en: PD connection)	siehe „verbunden“
PD-Power (en: PD power; PDP)	Ausgangsleistung einer Stromquelle nach Herstellerspezifikation und dargestellt in Leistungs-Datenobjekten (PDOs) für fest installierte Stromversorgung, wie in Abschnitt 10 definiert
PDP-Bemessung (en: PDP rating)	vom Hersteller angegebene PDP einer Stromquelle
PDUSB	USB-Geräteanschluss oder USB-Hostanschluss, der sowohl zur Stromversorgung über USB als auch zur Kommunikation über USB geeignet ist. Siehe auch PDUSB-Host, PDUSB-Gerät und PDUSB-Hub.
PDUSB-Gerät (en: PDUSB device)	USB-Gerät mit zur Stromversorgung über USB geeignetem aufwärtsgerichtetem Anschluss (UFP). Ein PDUSB-Gerät wird nur von SOP-Paketen angesteuert.
PDUSB-Host (en: PDUSB host)	USB-Host, der an mindestens einem seiner abwärtsgerichteten Anschlüsse (DFPs) als Stromlieferant geeignet ist. Ein PDUSB-Host wird nur von SOP-Paketen angesteuert.

Tabelle 1 (7 von 11)

Begriff	Beschreibung
PDUSB-Hub (en: PDUSB hub)	anschlusserweiterndes USB-Gerät mit einem UFP und einem oder mehreren DFPs, der an mindestens einem seiner Anschlüsse als Stromlieferant geeignet ist. Ein PDUSB-Hub wird nur von SOP-Paketen angesteuert.
PDUSB-Peripheriegerät (en: PDUSB peripheral)	USB-Gerät mit zur Stromversorgung über USB geeignetem aufwärtsgerichtetem Anschluss (UFP), der kein PDUSB-Hub ist. Ein PDUSB-Peripheriegerät wird nur von SOP-Paketen angesteuert.
Bitübertragungsschicht (en: PHY layer)	verantwortlich für das Senden und Empfangen von Nachrichten zwischen einem Anschlusspaar über die USB-Kommunikationskanalleitung Typ-C
Richtlinie	Richtlinie definiert das Verhalten von Systemteilen, die sich zur Stromversorgung über USB eignen, und definiert die angegebenen Ressourcen, gestellte Anforderungen zur (Nach-)verhandlung von Stromlieferungen sowie die auf die erhaltenen Anforderungen gegebenen Antworten
Richtlinien-Engine (en: policy engine; PE)	die Richtlinien-Engine interpretiert die Angaben des Geräterichtlinienmanagers zur Umsetzung einer Richtlinie für einen bestimmten Anschluss und weist die Protokollschicht an, entsprechende Nachrichten abzusetzen
Anschluss (en: port)	üblicherweise an einer Anschlussbuchse oder über eine am Ende eines hart verdrahteten, unverlierbaren Kabels befindlichen Steckers freiliegende Schnittstelle. Die USB-Stromversorgung definiert die Interaktion zwischen einem Anschlusspaar.
Anschlusspaar (en: port pair)	zwei verbundene, zur Stromversorgung über USB geeignete Anschlüsse
Anschlusspartner (en: port partner)	zwischen einem durch ein USB-Kabel verbundenen Anschlusspaar wird ein Vertrag ausgehandelt. Diese Anschlüsse heißen Anschlusspartner.
Leiter (en: power conductor)	Draht, der den Strom von der Stromquelle an den Verbraucher liefert. Beispiel: VBUS des USB
Stromverbraucher (en: power consumer)	siehe Verbraucher
Stromversorgungsdatenobjekt (en: power data object; PDO)	Datenobjekt zur Darstellung der Ressourcen eines als Stromquelle arbeitenden Anschlusses oder zur Darstellung der Leistungsanforderungen eines Stromverbrauchers als Bestandteil einer Source_Capabilities - oder Sink_Capabilities -Nachricht. Folgende Stromversorgungsdatenobjekte sind definiert: fest installierte, variable und Batteriestromversorgungsdatenobjekte.
Stromversorgungsmodus (en: power delivery mode)	Betriebsweise, nachdem ein Vertrag erstmals zwischen einem Anschlusspaar geschlossen wurde. Dieser Modus herrscht während des Normalstromversorgungsbetriebs vor und schließt auch die Situation nach einem Rollentausch Stromquelle/-verbraucher ein. Der Stromversorgungsmodus kann nur durch Trennen der Anschlüsse oder der Ausführung eines harten Reset bewirkt werden, oder durch die Stromquelle bei Abführen von Leistung (außer wenn die Leistung im Zuge des Rollentauschs Stromquelle/-verbraucher abgeführt wird).
Stromlieferant (en: power provider)	siehe Verbraucher/Stromlieferant
Leistungsreserve (en: power reserve)	Leistung, die von einer Stromquelle zurückgehalten wird, um so sicherzustellen, dass sie die Gesamtleistungsanforderungen mechanisch angeschlossener Stromverbraucher an mindestens einem Anschluss erfüllen kann
Rollentausch Stromquelle/-verbraucher (en: power role swap)	Vorgang des Rollentauschs von Stromquelle zu Stromverbraucher zwischen Anschlusspartnern
Vorspann (en: preamble)	Beginn einer Übertragung, mit deren Hilfe sich der Empfänger auf dem Träger verriegeln kann. Der Vorspann besteht aus einer zwischen 0s und 1s oszillierenden 64-Bit-Sequenz, die mit „0“ beginnt und mit „1“ endet und nicht 4b5b-kodiert ist.
Produkttyp (en: product type)	als Teil des Discover Identity -Befehls ausgegebene Produkteinteilung
Anbieterdatenobjekt für Produkttyp (en: product type VDO)	vom Anbieter definiertes Datenobjekt, mithilfe dessen ein bestimmter Produkttyp in dem ID-Kopf-VDO eines Discover Identity -Befehls identifiziert wird

Tabelle 1 (8 von 11)

Begriff	Beschreibung
programmierbare Stromversorgung (en: programmable power supply; PPS)	Stromversorgung, deren Ausgangsspannung programmgesteuert in kleinen Schritten innerhalb ihres bekannt gegebenen Bereichs angepasst werden kann. Die PPS verfügt zudem über eine programmierbare Ausgangsstrom-Foldback-Charakteristik. Die Ressourcen der PPS werden durch das APDO für die programmierbare Stromversorgung (siehe 6.4.1.2.5) verfügbar gemacht.
Protokollfehler (en: protocol error)	unerwartete Nachricht in einer unteilbaren Nachrichtensequenz. Ein Protokollfehler während einer unterbrechungsfreien AMS erzeugt entweder einen weichen oder einen harten Reset. Ein Protokollfehler während einer unterbrechbaren AMS bewirkt die Rückkehr zu einem entsprechenden betriebsbereiten Zustand, in dem die Nachricht verarbeitet wird.
Protokollschicht (en: protocol layer)	Einheit, die die Nachrichten zur Übermittlung von Informationen zwischen Anschlusspartnern erstellt
Stromlieferant (en: provider)	Fähigkeit eines PD-Anschlusses (üblicherweise ein Host, Hub oder Steckernetzteil-DFP), Leistung über die stromführende Leitung (z. B. VBUS) bereitzustellen. Dies entspricht einem USB-Typ-C-Anschluss mit gesetztem Rp auf seiner Kommunikationskanalleitung.
Stromlieferant/Verbraucher (en: provider/consumer)	Stromlieferant mit der zusätzlichen Fähigkeit, als Verbraucher zu arbeiten. Dies entspricht einem Doppelfunktions-Netzanschluss mit gesetztem Rp auf seiner Kommunikationskanalleitung.
PS1, PS2	Einteilung der elektrischen Leistung entsprechend der Definition in [IEC 62368-1]
PSD	Verbraucher, der Strom bezieht, aber über keine weitere USB- oder Alternativmodus-Kommunikationsfunktion verfügt, wie z. B. eine Powerbank
Rd	Pull-down-Widerstand an der Kommunikationskanalleitung des USB-Typ-C-Anschlusses, der signalisiert, dass es sich bei diesem Anschluss um einen Verbraucher handelt (siehe [USB Type-C 1.3])
wiederanschießen (en: reattach)	Anschließen des Anschlusspaars über ein Kabel nach vorherigem Trennen
Nachverhandlung (en: re-negotiation)	Prozess, bei dem einer der Anschlusspartner den bereits ausgehandelten Vertrag ändern möchte
Anforderungsdatenobjekt (en: request data object; RDO)	von einem Stromverbraucheranschluss zur Aushandlung eines Vertrags verwendetes Datenobjekt als Bestandteil einer Request -Nachricht
Nachrichtenwiederholung (en: re-run)	startet eine unterbrechbare AMS erneut von Beginn an nach einem Protokollfehler
Responder	Empfänger einer von einem Initiator gesendeten Befehlsanforderung, der darauf mit einer Befehlsantwort reagiert
Rp	Pull-up-Widerstand an der Kommunikationskanalleitung des USB-Typ-C-Anschlusses, der signalisiert, dass es sich bei diesem Anschluss um eine Stromquelle handelt (siehe [USB Type-C 1.3])
sicherer Betrieb (en: safe operation)	Stromquellen müssen in der Lage sein, die an beiden Anschlusspartnern anliegende Spannung vSafe5V zu tolerieren
Signalisierung (en: signaling)	Vorspann gefolgt von einem geordneten Satz aus vier K-Codes zur Angabe eines bestimmten Zeilensymbols, beispielsweise Hard Reset entsprechend der Definition in 5.4
Signalübertragungsschema (en: signaling scheme)	physikalischer Mechanismus zur Übertragung von Bits. In dieser Spezifikation ist nur das BMC-Signalübertragungsschema definiert. Hinweis: Das in früheren Überarbeitungen dieser Spezifikation unterstützte BFSK-Signalübertragungsschema wurde abgelehnt (Deprecated).
Einzelfunktionsanschluss (en: single-role port)	Anschluss, der entweder ausschließlich als Stromquelle oder Stromverbraucher arbeiten kann, aber nicht in doppelter Funktion
Verbraucher (en: sink)	Anschluss, der Strom von VBUS bezieht, in der Regel ein Gerät

Tabelle 1 (9 von 11)

Begriff	Beschreibung
verbraucherbestimmtes Laden	Ladeschema, bei dem der Verbraucher die Quelle über Sicherheits- und weitere Schaltungen mit seiner Batterie verbindet. Wenn die Strombegrenzungsfunktion aktiviert ist, steuert die Quelle automatisch ihren Ausgangsstrom, indem sie ihre Ausgangsspannung anpasst.
weicher Reset (en: soft reset)	Prozess, der die Kommunikations-Engine der Stromversorgung in ihren Grundzustand zurücksetzt
SOP-Kommunikation (en: SOP communication)	Kommunikation, die SOP-Pakete verwendet; dabei wird impliziert, dass gerade eine Nachrichtensequenz abgesetzt wird
SOP-Paket (en: SOP packet)	jedes Stromversorgungspaket, das mit einem SOP beginnt
SOP*-Kommunikation (en: SOP* communication)	Kommunikation mithilfe eines Kabelsteckers, die SOP* -Pakete verwendet; dabei wird impliziert, dass gerade eine Nachrichtensequenz abgesetzt wird
SOP*-Paket (en: SOP* packet)	Begriff, der sich auf alle Stromversorgungspakete bezieht, die entweder mit SOP , SOP' oder SOP'' beginnen.
SOP'-Kommunikation (en: SOP' communication)	Kommunikation mithilfe eines Kabelsteckers, die SOP'-Pakete verwendet; dabei wird impliziert, dass gerade eine Nachrichtensequenz abgesetzt wird
SOP'-Paket (en: SOP' packet)	jedes Stromversorgungspaket, das mit einem SOP' beginnt und zur Kommunikation mit einem Kabelstecker verwendet wird
SOP''-Kommunikation (en: SOP'' communication)	Kommunikation mithilfe eines Kabelsteckers, die SOP''-Pakete verwendet; dabei wird impliziert, dass gerade eine Nachrichtensequenz abgesetzt wird
SOP''-Paket (en: SOP'' packet)	jedes Stromversorgungspaket, das mit einem SOP'' beginnt und zur Kommunikation mit einem Kabelstecker verwendet wird, während SOP'-Pakete gerade zur Kommunikation mit dem anderen Kabelstecker verwendet werden
Quelle (en: source)	Rolle oder Funktion, die ein Anschluss gerade übernimmt und dabei Strom über VBUS liefert, in der Regel ein Host oder ein Hub-DFP
Standard-ID (en: standard ID; SID)	vorzeichenloser 16-Bit-Wert, der einer vorhandenen Industrienorm vom USB Implementers Forum zugewiesen wird
Standard- oder Anbieter-ID (en: standard or vendor ID; SVID)	Oberbegriff, der sich auf eine SID oder VID bezieht. SVID wird anstelle der Formulierung „Standard or Vendor ID“ verwendet.
Paketanfang (en: start of packet; SOP)	K-Code-Kennung zum Kennzeichnen des Anfangs eines Pakets. Es sind drei Paketanfangssequenzen definiert: SOP , SOP' und SOP'' , wobei SOP* auf alle drei verweist, anstelle von SOP/SOP'/SOP'' .
Systemrichtlinie (en: system policy)	vom System generierte Gesamtsystemrichtlinie, aufgeteilt in einzelne Richtlinien, die von jedem Anschlusspaar angefordert werden, um Einfluss auf die Systemrichtlinie zu nehmen. Damit werden die einzelnen Geräte zwecks Verarbeitung durch deren Richtlinien-Engines programmgesteuert gefüttert.
Systemrichtlinienmanager (en: system policy manager; SPM)	auf dem USB-Host lauffähiges Modul. Es wendet die Systemrichtlinie mittels Kommunikation mit den stromversorgungsfähigen Verbrauchern und Stromlieferanten an, die ebenfalls über USB an den Host angeschlossen sind
Prüftelement (en: test frame)	Telegramm bestehend aus Vorspann, SOP* , gefolgt von Prüfdaten (siehe 5.9)
Prüfmuster (en: test pattern)	kontinuierlicher Strom von Prüfdaten in einer bestimmten Sequenz (siehe 5.9)
Prüfgerät (en: tester)	Prüfgerät ist Teil einer Prüfeinrichtung, die den BIST-Prüfprozess einer PD UUT handhabt
unerwartete Nachricht (en: unexpected message)	Nachricht, die ein Anschluss unterstützt, die jedoch in einem falschen Zustand empfangen wurde
Einheitsintervall (en: unit interval; UI)	zur Übertragung eines einzelnen Datenbits in der Leitung benötigte Zeit

Tabelle 1 (10 von 11)

Begriff	Beschreibung
Prüfling (en: unit under test; UUT)	vom Prüfgerät zu prüfendes PD-Gerät, das auf die Auslösung einer bestimmten BIST -Prüfsequenz antwortet
unerkannte Nachricht (en: unrecognized message)	Nachricht, die ein Anschluss nicht versteht, z. B. eine Nachricht, die einen ReservedMessage-Typ verwendet, eine Nachricht, die in einer späteren Spezifikationsüberarbeitung als der vom Anschluss unterstützten definiert wird, oder eine unstrukturierte Nachricht, deren VID nicht erkannt wird
nicht unterstützte Nachricht (en: unsupported message)	Nachricht, die ein Anschluss erkennt, aber nicht unterstützt. Dies ist eine Nachricht, die zwar von der Spezifikation definiert, von diesem Anschluss jedoch nicht unterstützt wird.
aufwärtsgerichteter Anschluss (en: upstream facing port; UFP)	gibt die Anschlussposition in der USB-Topologie an, die üblicherweise einem Anschluss an einem Gerät entsprechend der Definition in [USB Type-C 1.3] entspricht. Wenn die Verbindung hergestellt ist, fungiert der Anschluss standardmäßig als USB-Gerät (bei unterstützter USB-Kommunikation) und Stromverbraucher.
an den USB angeschlossen (en: USB attached state)	synonym zur [USB 2.0] - und [USB 3.2] -Definition des Zustands „angeschlossen“
USB-Standardbetrieb (en: USB default operation)	Betriebsweise eines Anschlusses nach mechanischer Verbindung oder nach einem harten Reset, bei der die DFP-Quelle eine Spannung von vSafe0V oder vSafe5V an VBUS anlegt und der UFP-Verbraucher bei vSafe5V betrieben wird, wie in [USB 2.0] , [USB 3.2] , [USB Type-C 1.3] oder [USBBC 1.2] definiert.
USB-Gerät (en: USB device)	entweder ein Hub oder ein Peripheriegerät entsprechend der Definition in [USB 2.0] und [USB 3.2]
USB-Host (en: USB host)	Host-Computer-System entsprechend der Definition in [USB 2.0] und [USB 3.2] , auf dem der USB-Host-Controller installiert ist
Zustand der USB-gespeisten Stromversorgung (en: USB powered state)	synonym zur [USB 2.0] - und [USB 3.2] -Definition des Zustands „gespeist“
sicherer Zustand des USB (en: USB safe state)	Zustand des USB-Typ-C-Steckverbinders, in dem Kontaktstifte umgewidmet werden müssen (siehe [USB Type-C 1.3]), damit sie nicht beschädigt werden oder selbst Schaden am Anschlusspartner verursachen
USB Typ-A (en: USB Type-A)	Begriff verweist auf alle A-Stecker oder -Buchsen, dazu gehören auch USB-Micro-A-Stecker sowie USB-Standard-A-Stecker und -Buchsen. USB-Micro-AB-Buchsen gelten als eine Kombination aus USB Typ-A und USB Typ-B.
USB Typ-B (en: USB Type-B)	Begriff verweist auf alle B-Stecker oder -Buchsen, dazu gehören auch USB-Micro-B-Stecker sowie USB-Standard-B-Stecker und -Buchsen, darunter auch die stromversorgungsfähigen und nicht-stromversorgungsfähigen Versionen. USB-Micro-AB-Buchsen gelten als eine Kombination aus USB Typ-A und USB Typ-B.
USB Typ-C (en: USB Type-C)	Begriff verweist auf den USB-Typ-C-Steckverbinder als Stecker oder Buchse entsprechend der Definition in [USB Type-C 1.3]
USB-IF PD SID (PD SID)	vom USB Implementers Forum dieser Spezifikation zugewiesene Standard-ID
variable Stromversorgung (en: variable supply)	sehr schlecht geregelte Stromversorgung, die keine Batterie ist. Diese wird durch das Stromversorgungsdatenobjekt „variable Stromversorgung“ verfügbar gemacht (siehe 6.4.1.2.3).
VCONN-gespeistes Zubehör (en: VCONN powered accessory)	Zubehörteil, das zum Betrieb in einem Alternativmodus von VCONN gespeist wird (siehe [USB Type-C 1.3])
VCONN-gespeistes USB-Gerät (en: Vconn powered USB device; VPD)	USB-Gerät mit unverlierbarem Kabel, das entweder von Vconn oder von VBUS entsprechend der Definition in [USB Type-C 1.3] betrieben werden kann. Hinweis: Ein VPD kann nur von SOP'-Paketen angesteuert werden.
VCONN-Quelle (en: VCONN source)	der für die Speisung von VCONN zuständige USB-Typ-C-Anschluss

Tabelle 1 (11 von 11)

Begriff	Beschreibung
Rollentausch VCONN (en: VCONN swap)	Vorgang des Rollentauschs der VCONN-Quelle zwischen Anschlusspartnern
VDM-Kopf (en: VDM header)	das erste auf den Nachrichtenkopf folgende Datenobjekt in einer vom Anbieter definierten Nachricht (VDM). Der VDM-Kopf enthält die sich auf die gesendete VDM beziehende SVID; er bietet im Fall einer strukturierten VDM Informationen zum Befehl (siehe 6.4.4).
Anbieterdatenobjekt (en: vendor data object; VDO)	Datenobjekt als Bestandteil einer Vendor_Defined -Nachricht zur Übertragung anbieterspezifischer Informationen
vom Anbieter definierte Nachricht (en: vendor defined message; VDM)	Datennachricht zur USB-Stromversorgung, die zur Nutzung durch Anbieter/Normen definiert wurde. Nachrichten dieses Typs sind weiter unterteilt in strukturierte VDM, deren Befehle in dieser Spezifikation definiert werden, und unstrukturierte VDM, die ausschließlich der anbieterseitigen Definition unterliegen (siehe 6.4.4).
Vendor-ID (VID)	vorzeichenloser 16-Bit-Wert, der einem bestimmten Anbieter vom USB Implementers Forum zugewiesen wird
VI	wie Leistung (d. h. Spannung * Strom = Leistung)
Steckernetzteil (en: wall wart)	Stromversorgung oder Netzteil, die/das in eine Wechselstromsteckdose gesteckt wird und Gleichstrom zur Versorgung eines Geräts oder zur Aufladung eines Akkus liefert.

– Leerseite –

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:

FDIS	Report on voting
XX/XX/FDIS	XX/XX/RVD

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

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

**Documents**

Document Sharing Hub

55 The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the
56 stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to
57 the specific document. At this date, the document will be

- 58 • reconfirmed,
- 59 • withdrawn,
- 60 • replaced by a revised edition, or
- 61 • amended.

62

63 The National Committees are requested to note that for this document the stability date is

64 THIS TEXT IS INCLUDED FOR THE INFORMATION OF THE NATIONAL COMMITTEES AND WILL BE DELETED AT THE
65 PUBLICATION STAGE.

66

67

68

INTRODUCTION

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

72 This standard is the USB-IF publication Universal Serial Bus Power Delivery Specification Revision
73 3.0, Version 1.2.

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

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

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

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

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

91 IEC DOES NOT TAKE ANY POSITION AS TO WHETHER IT IS ADVISABLE FOR YOU TO ENTER
92 INTO ANY USB ADOPTERS AGREEMENTS OR TO PARTICIPATE IN THE USB IMPLEMENTERS
93 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

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

Editors

Bob Dunstan

Richard Petrie

Contributors

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

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

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

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

Tony Minchell	Teledyne-LeCroy
Anand Dabak	Texas Instruments
Bill Waters	Texas Instruments
Bing Lu	Texas Instruments
Deric Waters	Texas Instruments
Grant Ley	Texas Instruments
Gregory Watkins	Texas Instruments
Ingolf Frank	Texas Instruments
Ivo Huber	Texas Instruments
Javed Ahmad	Texas Instruments
Jean Picard	Texas Instruments
John Perry	Texas Instruments
Martin Patoka	Texas Instruments
Mike Campbell	Texas Instruments
Scott Jackson	Texas Instruments
Shafiuddin Mohammed	Texas Instruments
Srinath Hosur	Texas Instruments
Steven Tom	Texas Instruments
Yoon Lee	Texas Instruments
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.....	2
Chairs.....	3
Editors.....	3
Contributors.....	3
Revision History	9
Table of Contents	10
List of Tables	18
List of Figures	25
1. Introduction	33
1.1 Overview.....	33
1.2 Purpose.....	34
1.3 Scope.....	34
1.4 Conventions.....	35
1.4.1 Precedence.....	35
1.4.2 Keywords.....	35
1.4.3 Numbering.....	36
1.5 Related Documents.....	36
1.6 Terms and Abbreviations	37
1.7 Parameter Values	44
1.8 Changes from Revision 2.0	45
1.9 Compatibility with Revision 2.0.....	45
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.....	56
2.7	Architectural Overview.....	58
2.7.1	Policy.....	61
2.7.2	Message Formation and Transmission.....	62
2.7.3	Collision Avoidance.....	62
2.7.4	Power supply	63
2.7.5	DFP/UFP	63
2.7.6	Cable and Connectors.....	64
2.7.7	Interactions between Non-PD, BC and PD devices	64
2.7.8	Power Rules.....	64
3.	USB Type-A and USB Type-B Cable Assemblies and Connectors	65
4.	Electrical Requirements	66
4.1	Interoperability with other USB Specifications	66
4.2	Dead Battery Detection / Unpowered Port Detection	66
4.3	Cable IR Ground Drop (IR Drop).....	66
4.4	Cable Type Detection.....	66
5.	Physical Layer	67
5.1	Physical Layer Overview	67
5.2	Physical Layer Functions	67
5.3	Symbol Encoding.....	68
5.4	Ordered Sets.....	69
5.5	Transmitted Bit Ordering	70
5.6	Packet Format.....	71
5.6.1	Packet Framing.....	71
5.6.2	CRC.....	73
5.6.3	Packet Detection Errors	75
5.6.4	Hard Reset.....	75
5.6.5	Cable Reset.....	76
5.7	Collision Avoidance	76

5.8	Biphase Mark Coding (BMC) Signaling Scheme.....	77
5.8.1	Encoding and signaling.....	77
5.8.2	Transmit and Receive Masks.....	80
5.8.3	Transmitter Load Model	86
5.8.4	BMC Common specifications	87
5.8.5	BMC Transmitter Specifications	88
5.8.6	BMC Receiver Specifications	90
5.9	Built in Self-Test (BIST).....	94
5.9.1	BIST Carrier Mode	94
5.9.2	BIST Test Data.....	94
6.	Protocol Layer	95
6.1	Overview.....	95
6.2	Messages.....	95
6.2.1	Message Construction	95
6.3	Control Message.....	106
6.3.1	GoodCRC Message.....	107
6.3.2	GotoMin Message	107
6.3.3	Accept Message.....	107
6.3.4	Reject Message	108
6.3.5	Ping Message.....	108
6.3.6	PS_RDY Message.....	108
6.3.7	Get_Source_Cap Message	108
6.3.8	Get_Sink_Cap Message.....	108
6.3.9	DR_Swap Message.....	109
6.3.10	PR_Swap Message	109
6.3.11	VCONN_Swap Message	110
6.3.12	Wait Message	110
6.3.13	Soft Reset Message	111
6.3.14	Not_Supported Message.....	112
6.3.15	Get_Source_Cap_Extended Message	112
6.3.16	Get_Status Message	112
6.3.17	FR_Swap Message	112
6.3.18	Get_PPS_Status	113
6.3.19	Get_Country_Codes.....	113
6.3.20	Get_Sink_Cap_Extended Message	113

6.4	Data Message.....	113
6.4.1	Capabilities Message.....	114
6.4.2	Request Message.....	123
6.4.3	BIST Message.....	128
6.4.4	Vendor Defined Message	129
6.4.5	Battery_Status Message.....	154
6.4.6	Alert Message	155
6.4.7	Get_Country_Info Message	157
6.5	Extended Message.....	157
6.5.1	Source_Capabilities_Extended Message	158
6.5.2	Status Message	162
6.5.3	Get_Battery_Cap Message	165
6.5.4	Get_Battery_Status Message	166
6.5.5	Battery_Capabilities Message	166
6.5.6	Get_Manufacturer_Info Message.....	167
6.5.7	Manufacturer_Info Message	167
6.5.8	Security Messages.....	168
6.5.9	Firmware Update Messages	169
6.5.10	PPS_Status Message	170
6.5.11	Country_Codes Message.....	171
6.5.12	Country_Info Message.....	171
6.5.13	Sink_Capabilities_Extended Message.....	172
6.6	Timers.....	176
6.6.1	CRCReceiveTimer	176
6.6.2	SenderResponseTimer.....	176
6.6.3	Capability Timers.....	176
6.6.4	Wait Timers and Times	177
6.6.5	Power Supply Timers	178
6.6.6	NoResponseTimer	179
6.6.7	BIST Timers.....	180
6.6.8	Power Role Swap Timers.....	180
6.6.9	Soft Reset Timers	180
6.6.10	Hard Reset Timers.....	180
6.6.11	Structured VDM Timers	181
6.6.12	Vconn Timers.....	182

6.6.13	tCableMessage.....	182
6.6.14	DiscoverIdentityTimer	183
6.6.15	Collision Avoidance Timers.....	183
6.6.16	Fast Role Swap Timers.....	183
6.6.17	Chunking Timers.....	183
6.6.18	Programmable Power Supply Timers	184
6.6.19	Time Values and Timers.....	185
6.7	Counters.....	188
6.7.1	MessageID Counter	188
6.7.2	Retry Counter	188
6.7.3	Hard Reset Counter.....	189
6.7.4	Capabilities Counter.....	189
6.7.5	Discover Identity Counter	189
6.7.6	VDMBusyCounter.....	189
6.7.7	Counter Values and Counters	189
6.8	Reset.....	190
6.8.1	Soft Reset and Protocol Error	190
6.8.2	Hard Reset.....	192
6.8.3	Cable Reset.....	192
6.9	Collision Avoidance	193
6.10	Message Discarding.....	193
6.11	State behavior.....	194
6.11.1	Introduction to state diagrams used in Chapter 6	194
6.11.2	State Operation	194
6.11.3	List of Protocol Layer States.....	217
6.12	Message Applicability.....	219
6.12.1	Applicability of Control Messages.....	220
6.12.2	Applicability of Data Messages.....	221
6.12.3	Applicability of Extended Messages.....	222
6.12.4	Applicability of Structured VDM Commands.....	223
6.12.5	Applicability of Reset Signaling.....	223
6.12.6	Applicability of Fast Role Swap signal.....	224
6.13	Value Parameters	225
7.	Power Supply.....	226
7.1	Source Requirements	226

7.1.1	Behavioral Aspects	226
7.1.2	Source Bulk Capacitance	226
7.1.3	Types of Sources	226
7.1.4	Source Transitions	227
7.1.5	Response to Hard Resets	233
7.1.6	Changing the Output Power Capability	234
7.1.7	Robust Source Operation	234
7.1.8	Output Voltage Tolerance and Range	235
7.1.9	Charging and Discharging the Bulk Capacitance on V_{BUS}	236
7.1.10	Swap Standby for Sources	236
7.1.11	Source Peak Current Operation	237
7.1.12	Source Capabilities Extended Parameters	238
7.1.13	Fast Role Swap	240
7.1.14	Non-application of V_{BUS} Slew Rate Limits	241
7.2	Sink Requirements	242
7.2.1	Behavioral Aspects	242
7.2.2	Sink Bulk Capacitance	242
7.2.3	Sink Standby	242
7.2.4	Suspend Power Consumption	243
7.2.5	Zero Negotiated Current	243
7.2.6	Transient Load Behavior	243
7.2.7	Swap Standby for Sinks	243
7.2.8	Sink Peak Current Operation	243
7.2.9	Robust Sink Operation	244
7.2.10	Fast Role Swap	245
7.3	Transitions	246
7.3.1	Increasing the Current	247
7.3.2	Increasing the Voltage	249
7.3.3	Increasing the Voltage and Current	251
7.3.4	Increasing the Voltage and Decreasing the Current	253
7.3.5	Decreasing the Voltage and Increasing the Current	255
7.3.6	Decreasing the Current	257
7.3.7	Decreasing the Voltage	259
7.3.8	Decreasing the Voltage and the Current	261
7.3.9	Sink Requested Power Role Swap	263

7.3.10	Source Requested Power Role Swap	266
7.3.11	GotoMin Current Decrease.....	269
7.3.12	Source Initiated Hard Reset.....	271
7.3.13	Sink Initiated Hard Reset.....	273
7.3.14	No change in Current or Voltage.....	275
7.3.15	Fast Role Swap	277
7.3.16	Increasing the Programmable Power Supply Voltage	279
7.3.17	Decreasing the Programmable Power Supply Voltage.....	281
7.3.18	Changing the Source PDO or APDO	283
7.3.19	Increasing the Programmable Power Supply Current	285
7.3.20	Decreasing the Programmable Power Supply Current	287
7.3.21	Same Request Programmable Power Supply.....	289
7.4	Electrical Parameters	290
7.4.1	Source Electrical Parameters.....	290
7.4.2	Sink Electrical Parameters	294
7.4.3	Common Electrical Parameters	295
8.	Device Policy	297
8.1	Overview.....	297
8.2	Device Policy Manager	297
8.2.1	Capabilities	298
8.2.2	System Policy	298
8.2.3	Control of Source/Sink	299
8.2.4	Cable Detection	299
8.2.5	Managing Power Requirements.....	299
8.2.6	Use of “Unconstrained Power” bit with Batteries and AC supplies.....	301
8.2.7	Interface to the Policy Engine	303
8.3	Policy Engine.....	305
8.3.1	Introduction	305
8.3.2	Atomic Message Sequence Diagrams.....	305
8.3.3	State Diagrams	448
9.	States and Status Reporting.....	530
9.1	Overview.....	530
9.1.1	PDUSB Device and Hub Requirements	532
9.1.2	Mapping to USB Device States	532
9.1.3	PD Software Stack.....	535

9.1.4	PDUSB Device Enumeration	535
9.2	PD Specific Descriptors.....	537
9.2.1	USB Power Delivery Capability Descriptor	537
9.2.2	Battery Info Capability Descriptor.....	538
9.2.3	PD Consumer Port Capability Descriptor	539
9.2.4	PD Provider Port Capability Descriptor	539
9.3	PD Specific Requests and Events	541
9.3.1	PD Specific Requests.....	541
9.4	PDUSB Hub and PDUSB Peripheral Device Requests.....	542
9.4.1	GetBatteryStatus	542
9.4.2	SetPDFeature	543
10.	Power Rules	545
10.1	Introduction	545
10.2	Source Power Rules.....	545
10.2.1	Source Power Rule Considerations	545
10.2.2	Normative Voltages and Currents.....	546
10.2.3	Optional Voltages/Currents.....	549
10.2.4	Power sharing between ports.....	550
10.3	Sink Power Rules.....	550
10.3.1	Sink Power Rule Considerations	550
10.3.2	Normative Sink Rules	551
A.	CRC calculation	552
A.1	C code example.....	552
A.2	Table showing the full calculation over one Message.....	554
B.	PD Message Sequence Examples	555
B.1	External power is supplied downstream	555
B.2	External power is supplied upstream.....	559
B.3	Giving back power	566
C.	VDM Command Examples.....	578
C.1	Discover Identity Example	578
C.1.1	Discover Identity Command request.....	578
C.1.2	Discover Identity Command response – Active Cable	578
C.1.3	Discover Identity Command response – Hub.....	580
C.2	Discover SVIDs Example	581
C.2.1	Discover SVIDs Command request	581

C.2.1	Discover SVIDs Command response	581
C.3	Discover Modes Example	583
C.3.1	Discover Modes Command request.....	583
C.3.2	Discover Modes Command response.....	583
C.4	Enter Mode Example.....	585
C.4.1	Enter Mode Command request	585
C.4.2	Enter Mode Command response	585
C.4.1	Enter Mode Command request with additional VDO.....	586
C.5	Exit Mode Example	587
C.5.1	Exit Mode Command request.....	587
C.5.2	Exit Mode Command response.....	587
C.6	Attention Example	589
C.6.1	Attention Command request.....	589
C.6.2	Attention Command request with additional VDO	589
D.	BMC Receiver Design Examples	591
D.1	Finite Difference Scheme	591
D.1.1	Sample Circuitry	591
D.1.2	Theory.....	591
D.1.3	Data Recovery.....	593
D.1.4	Noise Zone and Detection Zone	594
D.2	Subtraction Scheme.....	594
D.2.1	Sample Circuitry	594
D.2.2	Output of Each Circuit Block	595
D.2.3	Subtractor Output at Power Source and Power Sink.....	595
D.2.4	Noise Zone and Detection Zone	596
E.	FRS System Level Example	597
E.1	Overview.....	597
E.2	FRS Initial Setup.....	599
E.3	FRS Process.....	601

List of Tables

Table 1-1	Terms and Abbreviations.....	37
Table 5-1	4b5b Symbol Encoding Table	68
Table 5-2	Ordered Sets.....	69
Table 5-3	Validation of Ordered Sets	70

Table 5-4 Data Size.....	70
Table 5-5 SOP ordered set.....	71
Table 5-6 SOP' ordered set.....	72
Table 5-7 SOP'' ordered set.....	72
Table 5-8 SOP'_Debug ordered set.....	73
Table 5-9 SOP''_Debug ordered set.....	73
Table 5-10 CRC-32 Mapping.....	74
Table 5-11 Hard Reset ordered set.....	75
Table 5-12 Cable Reset ordered set.....	76
Table 5-13 Rp values used for Collision Avoidance	77
Table 5-14 BMC Tx Mask Definition, X Values	81
Table 5-15 BMC Tx Mask Definition, Y Values	82
Table 5-16 BMC Rx Mask Definition.....	86
Table 5-17 BMC Common Normative Requirements	88
Table 5-18 BMC Transmitter Normative Requirements.....	88
Table 5-19 BMC Receiver Normative Requirements.....	91
Table 6-1 Message Header.....	96
Table 6-2 Revision Interoperability during an Explicit Contract.....	99
Table 6-3 Extended Message Header	100
Table 6-4 Use of Unchunked Message Supported bit	101
Table 6-5 Control Message Types.....	106
Table 6-6 Data Message Types.....	114
Table 6-7 Power Data Object.....	115
Table 6-8 Augmented Power Data Object.....	115
Table 6-9 Fixed Supply PDO - Source.....	117
Table 6-10 Fixed Power Source Peak Current Capability.....	119
Table 6-11 Variable Supply (non-Battery) PDO - Source.....	119
Table 6-12 Battery Supply PDO - Source.....	120
Table 6-13 Programmable Power Supply APDO - Source	120
Table 6-14 Fixed Supply PDO - Sink.....	121
Table 6-15 Variable Supply (non-Battery) PDO - Sink.....	123
Table 6-16 Battery Supply PDO - Sink.....	123
Table 6-17 Programmable Power Supply APDO - Sink.....	123
Table 6-18 Fixed and Variable Request Data Object.....	124
Table 6-19 Fixed and Variable Request Data Object with GiveBack Support.....	124
Table 6-20 Battery Request Data Object	124
Table 6-21 Battery Request Data Object with GiveBack Support	125
Table 6-22 Programmable Request Data Object.....	125

Table 6-23 BIST Data Object	129
Table 6-24 Unstructured VDM Header	130
Table 6-25 Structured VDM Header	131
Table 6-26 Structured VDM Commands	132
Table 6-27 SVID Values	132
Table 6-28 Commands and Responses	134
Table 6-29 ID Header VDO	135
Table 6-30 Product Types (UFP)	136
Table 6-31 Product Types (Cable Plug)	137
Table 6-32 Product Types (DFP)	137
Table 6-33 Cert Stat VDO	137
Table 6-34 Product VDO	138
Table 6-35 Passive Cable VDO	138
Table 6-36 Active Cable VDO 1	140
Table 6-37 Active Cable VDO 2	142
Table 6-38 AMA VDO	144
Table 6-39 VPD VDO	145
Table 6-40 Discover SVIDs Responder VDO	146
Table 6-41 Battery Status Data Object (BSDO)	154
Table 6-42 Alert Data Object	155
Table 6-43 Country Code Data Object	157
Table 6-44 Extended Message Types	157
Table 6-45 Source Capabilities Extended Data Block (SCEDB)	158
Table 6-46 SOP Status Data Block (SDB)	163
Table 6-47 SOP'/SOP'' Status Data Block (SDB)	165
Table 6-48 Get Battery Cap Data Block (GBCDB)	165
Table 6-49 Get Battery Status Data Block (GBSDB)	166
Table 6-50 Battery Capability Data Block (BCDB)	166
Table 6-51 Get Manufacturer Info Data Block (GMIDB)	167
Table 6-52 Manufacturer Info Data Block (MIDB)	168
Table 6-53 PPS Status Data Block (PPSSDB)	170
Table 6-54 Country Codes Data Block (CCDB)	171
Table 6-55 Country Info Data Block (CIDB)	172
Table 6-56 Sink Capabilities Extended Data Block (SKEDB)	173
Table 6-57 Time Values	186
Table 6-58 Timers	187
Table 6-59 Counter parameters	189
Table 6-60 Counters	190

Table 6-61 Response to an incoming Message (except VDM)	191
Table 6-62 Response to an incoming VDM.....	191
Table 6-63 Message discarding	193
Table 6-64 Protocol Layer States.....	217
Table 6-65 Applicability of Control Messages.....	220
Table 6-66 Applicability of Data Messages.....	221
Table 6-67 Applicability of Extended Messages	222
Table 6-68 Applicability of Structured VDM Commands	223
Table 6-69 Applicability of Reset Signaling	224
Table 6-70 Applicability of Fast Role Swap signal.....	224
Table 6-71 Value Parameters.....	225
Table 7-1 Sequence Description for Increasing the Current.....	248
Table 7-2 Sequence Description for Increasing the Voltage.....	250
Table 7-3 Sequence Diagram for Increasing the Voltage and Current.....	252
Table 7-4 Sequence Description for Increasing the Voltage and Decreasing the Current	254
Table 7-5 Sequence Description for Decreasing the Voltage and Increasing the Current	256
Table 7-6 Sequence Description for Decreasing the Current.....	258
Table 7-7 Sequence Description for Decreasing the Voltage	260
Table 7-8 Sequence Description for Decreasing the Voltage and the Current.....	262
Table 7-9 Sequence Description for a Sink Requested Power Role Swap.....	264
Table 7-10 Sequence Description for a Source Requested Power Role Swap	267
Table 7-11 Sequence Description for a GotoMin Current Decrease.....	270
Table 7-12 Sequence Description for a Source Initiated Hard Reset.....	272
Table 7-13 Sequence Description for a Sink Initiated Hard Reset.....	274
Table 7-14 Sequence Description for no change in Current or Voltage	276
Table 7-15 Sequence Description for Fast Role Swap.....	277
Table 7-16 Sequence Description for Increasing the Programmable Power Supply Voltage	279
Table 7-17 Sequence Description for Decreasing the Programmable Power Supply Voltage	281
Table 7-18 Sequence Description for Changing the Source PDO or APDO	283
Table 7-19 Sequence Description for increasing the Current in PPS mode	285
Table 7-20 Sequence Description for decreasing the Current in PPS mode	287
Table 7-21 Sequence Description for increasing the Current in PPS mode	289
Table 7-22 Source Electrical Parameters.....	290
Table 7-23 Sink Electrical Parameters	294
Table 7-24 Common Source/Sink Electrical Parameters	295
Table 8-1 Basic Message Flow	306
Table 8-2 Potential issues in Basic Message Flow	307
Table 8-3 Basic Message Flow with CRC failure	308

Table 8-4 Interruptible and Non-interruptible AMS.....	310
Table 8-5 Steps for a successful Power Negotiation	312
Table 8-6 Steps for a GotoMin Negotiation	316
Table 8-7 Steps for a successful Power Negotiation	318
Table 8-8 Steps for a Soft Reset.....	321
Table 8-9 Steps for Source initiated Hard Reset.....	324
Table 8-10 Steps for Sink initiated Hard Reset	327
Table 8-11 Steps for Source initiated Hard Reset – Sink long reset.....	330
Table 8-12 Steps for a Successful Source Initiated Power Role Swap Sequence.....	334
Table 8-13 Steps for a Successful Sink Initiated Power Role Swap Sequence	339
Table 8-14 Steps for a Successful Fast Role Swap Sequence.....	344
Table 8-15 Steps for Data Role Swap, UFP operating as Sink initiates	348
Table 8-16 Steps for Data Role Swap, UFP operating as Source initiates	350
Table 8-17 Steps for Data Role Swap, DFP operating as Source initiates	352
Table 8-18 Steps for Data Role Swap, DFP operating as Sink initiates	354
Table 8-19 Steps for Source to Sink Vconn Source Swap.....	357
Table 8-20 Steps for Sink to Source Vconn Source Swap.....	360
Table 8-21 Steps for Source Alert to Sink	362
Table 8-22 Steps for Sink Alert to Source	364
Table 8-23 Steps for a Sink getting Source Status Sequence.....	366
Table 8-24 Steps for a Source getting Sink Status Sequence.....	368
Table 8-25 Steps for a Sink getting Source PPS status Sequence	370
Table 8-26 Steps for a Sink getting Source Capabilities Sequence	372
Table 8-27 Steps for a Dual-Role Source getting Dual-Role Sink’s capabilities as a Source Sequence.....	374
Table 8-28 Steps for a Source getting Sink Capabilities Sequence	376
Table 8-29 Steps for a Dual-Role Sink getting Dual-Role Source capabilities as a Sink Sequence	378
Table 8-30 Steps for a Sink getting Source extended capabilities Sequence	380
Table 8-31 Steps for a Dual-Role Source getting Dual-Role Sink extended capabilities Sequence	382
Table 8-32 Steps for a Sink getting Source Battery capabilities Sequence	384
Table 8-33 Steps for a Source getting Sink Battery capabilities Sequence	386
Table 8-34 Steps for a Sink getting Source Battery status Sequence	388
Table 8-35 Steps for a Source getting Sink Battery status Sequence	390
Table 8-36 Steps for a Source getting Sink’s Port Manufacturer Information Sequence	392
Table 8-37 Steps for a Source getting Sink’s Port Manufacturer Information Sequence	394
Table 8-38 Steps for a Source getting Sink’s Battery Manufacturer Information Sequence.....	396
Table 8-39 Steps for a Source getting Sink’s Battery Manufacturer Information Sequence.....	398
Table 8-40 Steps for a Vconn Source getting Sink’s Port Manufacturer Information Sequence.....	400
Table 8-41 Steps for a Source getting Country Codes Sequence	402

Table 8-42 Steps for a Source getting Sink's Country Codes Sequence.....	404
Table 8-43 Steps for a Vconn Source getting Sink's Country Codes Sequence.....	406
Table 8-44 Steps for a Source getting Country Information Sequence.....	408
Table 8-45 Steps for a Source getting Sink's Country Information Sequence	410
Table 8-46 Steps for a Vconn Source getting Sink's Country Information Sequence	412
Table 8-47 Steps for a Source requesting a security exchange with a Sink Sequence.....	414
Table 8-48 Steps for a Sink requesting a security exchange with a Source Sequence.....	416
Table 8-49 Steps for a Vconn Source requesting a security exchange with a Cable Plug Sequence.....	418
Table 8-50 Steps for a Source requesting a firmware update exchange with a Sink Sequence	420
Table 8-51 Steps for a Sink requesting a firmware update exchange with a Source Sequence.....	422
Table 8-52 Steps for a Vconn Source requesting a firmware update exchange with a Cable Plug Sequence	424
Table 8-53 Steps for DFP to UFP Discover Identity.....	426
Table 8-54 Steps for Source Port to Cable Plug Discover Identity.....	428
Table 8-55 Steps for DFP to Cable Plug Discover Identity	430
Table 8-56 Steps for DFP to UFP Enter Mode	432
Table 8-57 Steps for DFP to UFP Exit Mode.....	434
Table 8-58 Steps for DFP to Cable Plug Enter Mode	437
Table 8-59 Steps for DFP to Cable Plug Exit Mode.....	439
Table 8-60 Steps for UFP to DFP Attention	441
Table 8-61 Steps for BIST Carrier Mode Test.....	444
Table 8-62 Steps for BIST Test Data Test.....	446
Table 8-63 Policy Engine States	524
Table 9-1 USB Power Delivery Type Codes.....	537
Table 9-2 USB Power Delivery Capability Descriptor	537
Table 9-3 Battery Info Capability Descriptor	538
Table 9-4 PD Consumer Port Descriptor.....	539
Table 9-5 PD Provider Port Descriptor.....	539
Table 9-6 PD Requests.....	541
Table 9-7 PD Request Codes	541
Table 9-8 PD Feature Selectors	541
Table 9-9 Battery Status Structure	542
Table 9-10 Battery Wake Mask	543
Table 9-11 Charging Policy Encoding.....	544
Table 10-1 Considerations for Sources.....	545
Table 10-2 Normative Voltages and Minimum Currents	546
Table 10-3 Fixed Supply PDO – Source 5V	548
Table 10-4 Fixed Supply PDO – Source 9V	548
Table 10-5 Fixed Supply PDO – Source 15V	548

Table 10-6 Fixed Supply PDO – Source 20V	548
Table 10-7 Programmable Power Supply PDOs and APDOs based on the PDP	549
Table 10-8 Programmable Power Supply Voltage Ranges.....	550
Table B-1 External power is supplied downstream.....	556
Table B-2 External power is supplied upstream	559
Table B-3 Giving back power.....	566
Table C-1 Discover Identity Command request from Initiator Example	578
Table C-2 Discover Identity Command response from Active Cable Responder Example.....	578
Table C-3 Discover Identity Command response from Hub Responder Example	580
Table C-4 Discover SVIDs Command request from Initiator Example.....	581
Table C-5 Discover SVIDs Command response from Responder Example	581
Table C-6 Discover Modes Command request from Initiator Example	583
Table C-7 Discover Modes Command response from Responder Example.....	583
Table C-8 Enter Mode Command request from Initiator Example.....	585
Table C-9 Enter Mode Command response from Responder Example	585
Table C-10 Enter Mode Command request from Initiator Example	586
Table C-11 Exit Mode Command request from Initiator Example.....	587
Table C-12 Exit Mode Command response from Responder Example	587
Table C-13 Attention Command request from Initiator Example.....	589
Table C-14 Attention Command request from Initiator with additional VDO Example	589
Table E-1: Sequence Table for setup of a Fast Role Swap (Hub connected to Power Adapter first)	599
Table E-2 Sequence Table for setup of a Fast Role Swap (Hub connected to Notebook before Power Adapter).....	600
Table E-3 Sequence Table for slow Vbus discharge (it discharges after FR_Swap message is sent)	602
Table E-4 Vbus discharges quickly after adapter disconnected.	603

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	61
Figure 5-1 Interpretation of ordered sets	69
Figure 5-2 Transmit Order for Various Sizes of Data	70
Figure 5-3 USB Power Delivery Packet Format	71
Figure 5-4 CRC 32 generation	74
Figure 5-5 Line format of Hard Reset	76
Figure 5-6 Line format of Cable Reset	76
Figure 5-7 BMC Example	77
Figure 5-8 BMC Transmitter Block Diagram	78
Figure 5-9 BMC Receiver Block Diagram	78
Figure 5-10 BMC Encoded Start of Preamble	78
Figure 5-11 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by Zero with High-to-Low Last Transition	79
Figure 5-12 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by One with High-to-Low Last Transition	79
Figure 5-13 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by Zero with Low to High Last Transition	80
Figure 5-14 Transmitting or Receiving BMC Encoded Frame Terminated by One with Low to High Last Transition	80
Figure 5-15 BMC Tx 'ONE' Mask	81
Figure 5-16 BMC Tx 'ZERO' Mask	81
Figure 5-17 BMC Rx 'ONE' Mask when Sourcing Power	83
Figure 5-18 BMC Rx 'ZERO' Mask when Sourcing Power	84
Figure 5-19 BMC Rx 'ONE' Mask when Power neutral	84
Figure 5-20 BMC Rx 'ZERO' Mask when Power neutral	85
Figure 5-21 BMC Rx 'ONE' Mask when Sinking Power	85
Figure 5-22 BMC Rx 'ZERO' Mask when Sinking Power	86
Figure 5-23 Transmitter Load Model for BMC Tx from a Source	87
Figure 5-24 Transmitter Load Model for BMC Tx from a Sink	87
Figure 5-25 Transmitter diagram illustrating zDriver	89
Figure 5-26 Inter-Frame Gap Timings	90
Figure 5-27 Example Multi-Drop Configuration showing two DRPs	92
Figure 5-28 Example Multi-Drop Configuration showing a DFP and UFP	92
Figure 5-29 Test Data Frame	94

Figure 6-1 USB Power Delivery Packet Format including Control Message Payload	95
Figure 6-2 USB Power Delivery Packet Format including Data Message Payload	96
Figure 6-3 USB Power Delivery Packet Format including an Extended Message Header and Payload.....	96
Figure 6-4 Example Security_Request sequence Unchunked (Chunked bit = 0)	102
Figure 6-5 Example byte transmission for Security_Request Message of Data Size 7 (Chunked bit is set to 0)	102
Figure 6-6 Example byte transmission for Security_Response Message of Data Size 7 (Chunked bit is set to 0)	103
Figure 6-7 Example Security_Request sequence Chunked (Chunked bit = 1)	104
Figure 6-8 Example Security_Request Message of Data Size 7 (Chunked bit set to 1)	105
Figure 6-9 Example Chunk 0 of Security_Response Message of Data Size 30 (Chunked bit set to 1)	105
Figure 6-10 Example byte transmission for a Security_Request Message Chunk request (Chunked bit is set to 1)	105
Figure 6-11 Example Chunk 1 of Security_Response Message of Data Size 30 (Chunked bit set to 1)	106
Figure 6-12 Example Capabilities Message with 2 Power Data Objects	114
Figure 6-13 BIST Message	128
Figure 6-14 Vendor Defined Message.....	129
Figure 6-15 Discover Identity Command response.....	135
Figure 6-16 Example Discover SVIDs response with 3 SVIDs	147
Figure 6-17 Example Discover SVIDs response with 4 SVIDs	147
Figure 6-18 Example Discover SVIDs response with 12 SVIDs followed by an empty response	147
Figure 6-19 Example Discover Modes response for a given SVID with 3 Modes	147
Figure 6-20 Successful Enter Mode sequence.....	149
Figure 6-21 Enter Mode sequence Interrupted by Source Capabilities and then Re-run	149
Figure 6-22 Unsuccessful Enter Mode sequence due to NAK	150
Figure 6-23 Exit Mode sequence.....	151
Figure 6-24 Attention Command request/response sequence.....	151
Figure 6-25 Command request/response sequence.....	152
Figure 6-26 Enter/Exit Mode Process.....	153
Figure 6-27 Battery_Status Message.....	154
Figure 6-28 Alert Message.....	155
Figure 6-29 Get_Country_Info Message	157
Figure 6-30 Source_Capabilities_Extended Message	158
Figure 6-31 SOP Status Message	162
Figure 6-32 SOP'/SOP'' Status Message.....	165
Figure 6-33 Get_Battery_Cap Message	165
Figure 6-34 Get_Battery_Status Message	166
Figure 6-35 Battery_Capabilities Message	166
Figure 6-36 Get_Manufacturer_Info Message.....	167

Figure 6-37 Manufacturer_Info Message	168
Figure 6-38 Security_Request Message	169
Figure 6-39 Security_Response Message	169
Figure 6-40 Firmware_Update_Request Message	169
Figure 6-41 Firmware_Update_Response Message	170
Figure 6-42 PPS_Status Message	170
Figure 6-43 Country_Codes Message	171
Figure 6-44 Country_Info Message	172
Figure 6-45 Sink_Capabilities_Extended Message	172
Figure 6-46 Outline of States	194
Figure 6-47 References to states	194
Figure 6-48 Chunking architecture Showing Message and Control Flow	195
Figure 6-49 Chunked Rx State Diagram	197
Figure 6-50 Chunked Tx State Diagram	200
Figure 6-51 Chunked Message Router State Diagram	204
Figure 6-52 Common Protocol Layer Message transmission State Diagram	206
Figure 6-53 Source Protocol Layer Message transmission State Diagram	209
Figure 6-54 Sink Protocol Layer Message transmission State Diagram	210
Figure 6-55 Protocol layer Message reception	212
Figure 6-56 Hard/Cable Reset	214
Figure 7-1 Placement of Source Bulk Capacitance	226
Figure 7-2 Transition Envelope for Positive Voltage Transitions	227
Figure 7-3 Transition Envelope for Negative Voltage Transitions	228
Figure 7-4 PPS Positive Voltage Transitions	229
Figure 7-5 PPS Negative Voltage Transitions	230
Figure 7-6 Expected PPS Ripple Relative to an LSB	230
Figure 7-7 PPS Programmable Voltage and Current Limit	232
Figure 7-8 PPS Programmable Voltage and Current Limit	233
Figure 7-9 Source V_{BUS} and V_{conn} Response to Hard Reset	234
Figure 7-10 Application of v_{SrcNew} and $v_{SrcValid}$ limits after $t_{SrcReady}$	236
Figure 7-11 Source Peak Current Overload	237
Figure 7-12 Holdup Time Measurement	239
Figure 7-13 V_{BUS} Power during Fast Role Swap	240
Figure 7-14 V_{BUS} detection and timing during Fast Role Swap, initial V_{BUS} (at new source) > v_{Safe5V} (min)	241
Figure 7-15 V_{BUS} detection and timing during Fast Role Swap, initial V_{BUS} (at new source) < v_{Safe5V} (min)	241
Figure 7-16 Placement of Sink Bulk Capacitance	242
Figure 7-17 Transition Diagram for Increasing the Current	247
Figure 7-18 Transition Diagram for Increasing the Voltage	249

Figure 7-19 Transition Diagram for Increasing the Voltage and Current	251
Figure 7-20 Transition Diagram for Increasing the Voltage and Decreasing the Current	253
Figure 7-21 Transition Diagram for Decreasing the Voltage and Increasing the Current	255
Figure 7-22 Transition Diagram for Decreasing the Current	257
Figure 7-23 Transition Diagram for Decreasing the Voltage	259
Figure 7-24 Transition Diagram for Decreasing the Voltage and the Current	261
Figure 7-25 Transition Diagram for a Sink Requested Power Role Swap	263
Figure 7-26 Transition Diagram for a Source Requested Power Role Swap	266
Figure 7-27 Transition Diagram for a GotoMin Current Decrease	269
Figure 7-28 Transition Diagram for a Source Initiated Hard Reset	271
Figure 7-29 Transition Diagram for a Sink Initiated Hard Reset	273
Figure 7-30 Transition Diagram for no change in Current or Voltage	275
Figure 7-31 Transition Diagram for Fast Role Swap	277
Figure 7-32 Transition Diagram for Increasing the Programmable Power Supply Voltage	279
Figure 7-33 Transition Diagram for Decreasing the Programmable Power Supply Voltage	281
Figure 7-34 Transition Diagram for Changing the Source PDO or APDO	283
Figure 7-35 Transition Diagram for increasing the Current in PPS mode	285
Figure 7-36 Transition Diagram for decreasing the Current in PPS mode	287
Figure 7-37 Transition Diagram for no change in Current or Voltage in PPS mode	289
Figure 8-1 Example of daisy chained displays	302
Figure 8-2 Basic Message Exchange (Successful)	305
Figure 8-3 Basic Message flow indicating possible errors	306
Figure 8-4 Basic Message Flow with Bad CRC followed by a Retry	308
Figure 8-5 Successful Fixed, Variable or Battery Power Negotiation	312
Figure 8-6 Successful GotoMin operation	316
Figure 8-7 PPS Keep Alive	318
Figure 8-8 Soft Reset	321
Figure 8-9 Source initiated Hard Reset	323
Figure 8-10 Sink Initiated Hard Reset	326
Figure 8-11 Source initiated reset - Sink long reset	329
Figure 8-12 Successful Power Role Swap Sequence Initiated by the Source	333
Figure 8-13 Successful Power Role Swap Sequence Initiated by the Sink	338
Figure 8-14 Successful Fast Role Swap Sequence	343
Figure 8-15 Data Role Swap, UFP operating as Sink initiates	347
Figure 8-16 Data Role Swap, UFP operating as Source initiates	350
Figure 8-17 Data Role Swap, DFP operating as Source initiates	352
Figure 8-18 Data Role Swap, DFP operating as Sink initiates	354
Figure 8-19 Source to Sink Vconn Source Swap	356

Figure 8-20 Sink to Source Vconn Source Swap	359
Figure 8-21 Source Alert to Sink.....	362
Figure 8-22 Sink Alert to Source.....	364
Figure 8-23 Sink Gets Source Status.....	366
Figure 8-24 Source Gets Sink Status.....	368
Figure 8-25 Sink Gets Source PPS Status	370
Figure 8-26 Sink Gets Source's Capabilities.....	372
Figure 8-27 Dual-Role Source Gets Dual-Role Sink's Capabilities as a Source.....	374
Figure 8-28 Source Gets Sink's Capabilities.....	376
Figure 8-29 Dual-Role Sink Gets Dual-Role Source's Capabilities as a Sink.....	378
Figure 8-30 Sink Gets Source's Extended Capabilities.....	380
Figure 8-31 Dual-Role Source Gets Dual-Role Sink's Extended Capabilities	382
Figure 8-32 Sink Gets Source's Battery Capabilities	384
Figure 8-33 Source Gets Sink's Battery Capabilities	386
Figure 8-34 Sink Gets Source's Battery Status.....	388
Figure 8-35 Source Gets Sink's Battery Status.....	390
Figure 8-36 Source Gets Sink's Port Manufacturer Information	392
Figure 8-37 Sink Gets Source's Port Manufacturer Information	394
Figure 8-38 Source Gets Sink's Battery Manufacturer Information.....	396
Figure 8-39 Sink Gets Source's Battery Manufacturer Information.....	398
Figure 8-40 Vconn Source Gets Cable Plug's Manufacturer Information	400
Figure 8-41 Source Gets Sink's Country Codes.....	402
Figure 8-42 Sink Gets Source's Country Codes.....	404
Figure 8-43 Vconn Source Gets Cable Plug's Country Codes.....	406
Figure 8-44 Source Gets Sink's Country Information	408
Figure 8-45 Sink Gets Source's Country Information	410
Figure 8-46 Vconn Source Gets Cable Plug's Country Information	412
Figure 8-47 Source requests security exchange with Sink	414
Figure 8-48 Sink requests security exchange with Source	416
Figure 8-49 Vconn Source requests security exchange with Cable Plug	418
Figure 8-50 Source requests firmware update exchange with Sink	420
Figure 8-51 Sink requests firmware update exchange with Source	422
Figure 8-52 Vconn Source requests firmware update exchange with Cable Plug.....	424
Figure 8-53 DFP to UFP Discover Identity	426
Figure 8-54 Source Port to Cable Plug Discover Identity	428
Figure 8-55 DFP to Cable Plug Discover Identity	430
Figure 8-56 DFP to UFP Enter Mode.....	432
Figure 8-57 DFP to UFP Exit Mode.....	434

Figure 8-58 DFP to Cable Plug Enter Mode.....	436
Figure 8-59 DFP to Cable Plug Exit Mode	439
Figure 8-60 UFP to DFP Attention.....	441
Figure 8-61 BIST Carrier Mode Test	443
Figure 8-62 BIST Test Data Test	445
Figure 8-63 Outline of States	448
Figure 8-64 References to states	448
Figure 8-65 Example of state reference with conditions.....	448
Figure 8-66 Example of state reference with the same entry and exit.....	449
Figure 8-67 Source Port Policy Engine State Diagram.....	450
Figure 8-68 Sink Port State Diagram	456
Figure 8-69 Source Port Soft Reset and Protocol Error State Diagram.....	461
Figure 8-70 Sink Port Soft Reset and Protocol Error Diagram.....	462
Figure 8-71 Source Port Not Supported Message State Diagram.....	464
Figure 8-72 Sink Port Not Supported Message State Diagram.....	465
Figure 8-73 Source Port Ping State Diagram.....	466
Figure 8-74 Source Port Source Alert State Diagram	466
Figure 8-75 Sink Port Source Alert State Diagram	467
Figure 8-76 Sink Port Sink Alert State Diagram.....	467
Figure 8-77 Source Port Sink Alert State Diagram	467
Figure 8-78 Sink Port Get Source Capabilities Extended State Diagram	468
Figure 8-79 Source Give Source Capabilities Extended State Diagram	468
Figure 8-80 Sink Port Get Source Status State Diagram.....	469
Figure 8-81 Source Give Source Status State Diagram.....	469
Figure 8-82 Source Port Get Sink Status State Diagram.....	470
Figure 8-83 Sink Give Sink Status State Diagram	470
Figure 8-84 Sink Port Get Source PPS Status State Diagram.....	471
Figure 8-85 Source Give Source PPS Status State Diagram.....	471
Figure 8-86 Get Battery Capabilities State Diagram	472
Figure 8-87 Give Battery Capabilities State Diagram	472
Figure 8-88 Get Battery Status State Diagram	473
Figure 8-89 Give Battery Status State Diagram.....	473
Figure 8-90 Get Manufacturer Information State Diagram.....	474
Figure 8-91 Give Manufacturer Information State Diagram	474
Figure 8-92 Get Country Codes State Diagram	475
Figure 8-93 Give Country Codes State Diagram.....	476
Figure 8-94 Get Country Information State Diagram	476
Figure 8-95 Give Country Information State Diagram	477

Figure 8-96 Send security request State Diagram	477
Figure 8-97 Send security response State Diagram	478
Figure 8-98 Security response received State Diagram	478
Figure 8-99 Send firmware update request State Diagram	479
Figure 8-100 Send firmware update response State Diagram	479
Figure 8-101 Firmware update response received State Diagram	480
Figure 8-102: DFP to UFP Data Role Swap State Diagram	481
Figure 8-103: UFP to DFP Data Role Swap State Diagram	483
Figure 8-104: Dual-Role Port in Source to Sink Power Role Swap State Diagram	486
Figure 8-105: Dual-role Port in Sink to Source Power Role Swap State Diagram	489
Figure 8-106: Dual-Role Port in Source to Sink Fast Role Swap State Diagram	492
Figure 8-107: Dual-role Port in Sink to Source Fast Role Swap State Diagram	495
Figure 8-108 Dual-Role (Source) Get Source Capabilities diagram	497
Figure 8-109 Dual-Role (Source) Give Sink Capabilities diagram	497
Figure 8-110 Dual-Role (Sink) Get Sink Capabilities State Diagram	498
Figure 8-111 Dual-Role (Sink) Give Source Capabilities State Diagram	498
Figure 8-112 Dual-Role (Source) Get Source Capabilities Extended State Diagram	499
Figure 8-113 Dual-Role (Source) Give Sink Capabilities diagram	499
Figure 8-114 VCONN Swap State Diagram	500
Figure 8-115 Initiator to Port VDM Discover Identity State Diagram	503
Figure 8-116 Initiator VDM Discover SVIDs State Diagram	504
Figure 8-117 Initiator VDM Discover Modes State Diagram	505
Figure 8-118 Initiator VDM Attention State Diagram	506
Figure 8-119 Responder Structured VDM Discover Identity State Diagram	507
Figure 8-120 Responder Structured VDM Discover SVIDs State Diagram	508
Figure 8-121 Responder Structured VDM Discover Modes State Diagram	509
Figure 8-122 Receiving a Structured VDM Attention State Diagram	510
Figure 8-123 DFP VDM Mode Entry State Diagram	510
Figure 8-124 DFP VDM Mode Exit State Diagram	512
Figure 8-125 UFP Structured VDM Enter Mode State Diagram	513
Figure 8-126 UFP Structured VDM Exit Mode State Diagram	514
Figure 8-127 Cable Ready VDM State Diagram	515
Figure 8-128 Cable Plug Soft Reset State Diagram	515
Figure 8-129 Cable Plug Hard Reset State Diagram	516
Figure 8-130 Vconn Source Soft Reset or Cable Reset of a Cable Plug State Diagram	517
Figure 8-131 Source Startup Structured VDM Discover Identity State Diagram	518
Figure 8-132 Cable Plug Structured VDM Enter Mode State Diagram	520
Figure 8-133 Cable Plug Structured VDM Exit Mode State Diagram	521