

DIN EN 63028



ICS 33.160.01

Einsprüche bis 2017-03-20

Entwurf

**Drahtlose Energieübertragung –
Magnetische Resonanz Interoperabilität –
A4WP Grundlegende System Spezifikation (BSS)
(IEC 100/2562/CDV:2015);
Englische Fassung FprEN 63028:2015**

Wireless Power Transfer –
Magnetic Resonance Interoperability –
A4WP Baseline System Specification (BSS)
(IEC 100/2562/CDV:2015);
English version FprEN 63028:2015

Transfert d'énergie sans fil –
Interopérabilité relative à la résonance magnétique –
Spécification du système de référence (BSS) A4WP
(IEC 100/2562/CDV:2015);
Version anglaise FprEN 63028:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-20 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 97 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Englische Fassung des europäischen Dokuments FprEN 63028:2016 „Drahtlose Energieübertragung – Magnetische Resonanz Interoperabilität – A4WP Grundlegende System Spezifikation (BSS)“ (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 100/2562/CDV:2015 „Wireless Power Transfer – Magnetic Resonance Interoperability – A4WP Baseline System Specification (BSS)“ unverändert in den Entwurf Englische Fassung FprEN 63028:2015 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.

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.

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 Normentwurf erfüllt.

Da sich die Benutzer der vorliegenden Norm der englischen Sprache als Fachsprache bedienen, wird die Englische Fassung der FprEN 63028 veröffentlicht. Zu deren Abschnitt 1, der den Anwendungsbereich festlegt, und Abschnitt 3, der die Begriffe festlegt, wurde eine Übersetzung angefertigt und als Nationaler Anhang NA des vorliegenden Normentwurfs 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 Normentwurf 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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Auszugsweise Übersetzung

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm definiert die technischen Anforderungen, das Verhalten und die Schnittstellen, die benötigt werden, um die Interoperabilität von flexibel gekoppelten Systemen mit kontaktloser Energieübertragung (en: Wireless Power Transfer (WPT)) mit der Bezeichnung Rezenz sicherzustellen.

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Bekanntgabe

verbindungsfähiges, richtungsloses Bekanntgabe-Ereignis, wobei das Gerät drei für den WPT-Service spezifische ADV_IND-Pakete sendet und sowohl Scan- als auch Verbindungsanforderungen akzeptiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Auf jeden der Bekanntgabe-Kanäle wird ein ADV_IND-Paket gesendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Empfang einer Bekanntgabe ist als Empfang von einem der drei Bekanntgabe-Pakete definiert.

3.1.2

Kategorie

PRU-Typ

3.1.3

Ladebereich

vom Lieferanten bereitgestellter Bereich, in dem das Senden und Empfangen von Energie auf dem Gerät durchgeführt wird

3.1.4

Prüfbereich

Bereich der größten Überlappung zwischen PTU-Ladebereich und PRU-Resonator, wenn die Abmessung der PRU (d. h. des gesamten Geräts) größer ist als der PTU-Ladebereich, oder Bereich der größten Überlappung zwischen PTU-Ladebereich und PRU (gesamtem Gerät), wenn die PRU kleiner ist als der PTU-Ladebereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies schließt nicht aus, dass der PRU-Resonator größere Abmessungen hat, als der PTU-Resonator.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zusätzlich ist „innerhalb des Ladebereichs“ gleichbedeutend mit „innerhalb des Prüfbereichs“.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Ladebereich enthält die Spezifikation der für das Endprodukt vorgesehenen Z-Höhen ab der Oberfläche der Resonatorspule.

3.1.5

Klasse

PTU-Typ

3.1.6

gleichzeitiges vielfaches Laden

Energieübertragung von einem sendenden Resonator zu mehreren empfangenden Resonatoren

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Magnetresonanzkopplung darf zwischen einem sendenden Resonator und mehreren empfangenden Resonatoren stattfinden, während die enge Kopplung auf nur eine sendende und eine empfangende Spule beschränkt ist. Daher erlaubt die Technologie der engen Kopplung nur eine Eins-zu-Eins-Energieübertragung.

3.1.7

Delta R1

Änderung des gemessenen Widerstands eines PTU-Resonators, wenn eine PRU in der Mitte des PTU-Ladebereichs platziert wird, im Vergleich zum Widerstand, wenn sich keine Objekte im Ladebereich befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Messung bezieht sich auf die Verwendung einer PRU mit einem Leerlauf-Resonator.

3.1.8

Geräteregister

Liste der aktiven PRUs, die von der PTU geführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese PRUs sind über die BLE-Verbindung mit der PTU verbunden und können geladen werden.

3.1.9

dominante PRU

Die PRU, welche den höchsten Prozentsatz der Bemessungsausgangsleistung verbraucht ($V_{\text{RECT}} \times I_{\text{RECT}} / P_{\text{RECT_MAX}}$)

3.1.10

flexibel gekoppelte kontaktlose Energieübertragung

Energieübertragungssystem, welches Energie von einer Senderspule zu einer Empfängerspule mittels magnetischer Induktion überträgt, wobei der Kopplungsfaktor (k) zwischen den Spulen groß oder sehr klein (d. h. kleiner als 0,025) sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Außerdem kann die Senderspule (d. h. die primäre Spule) in einem flexibel gekoppelten System genauso groß wie oder sehr viel größer sein als die Empfängerspule (d. h. die sekundäre Spule). Der zulässige Unterschied bei der Spulenabmessung ermöglicht die gleichzeitige Ladung mehrerer Geräte sowie eine flexiblere Platzierung der Empfängerspulen innerhalb des Ladebereichs.

3.1.11

Hochspannung

PRU-Bereich, in dem der Pegel von V_{RECT} zu einer hohen Verlustleistung führt, ohne dass die PRU beschädigt wird

3.1.12

ausgeschlossenes Volumen

Volumen außerhalb des Ladebereichs, in dem keine Prüfung durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Parameter wird vom PTU-Lieferanten definiert.

3.1.13

Niederspannung

V_{RECT} -Spannungswerte unterhalb des Betriebsbereichs

3.1.14

Normalbetrieb

Bereich aller spezifizierten WPT-Zustände, mit Ausnahme des Fehlerzustands des PRU-Systems für Überspannung

3.1.15**Überspannung**

V_{RECT} Spannungswerte, die höher sind als $V_{\text{RECT_MAX}}$

V_{RECT} Überspannung kann die PRU-Bauteile dauerhaft beschädigen, wenn die PRU die Bedingung nicht berichtigt (siehe 8.3.6, PRU system error state).

3.1.16**OVP-Schalter**

Schalter in der PRU, der sich zum Schutz der PRU öffnet oder schließt

3.1.17**Energie empfangende Einheit**

Einheit, welche elektrische Energie drahtlos von einer Energie sendenden Einheit empfängt

3.1.18**Energie sendende Einheit**

Einheit, welche elektrische Energie drahtlos an alle Energie empfangenden Einheiten sendet

3.1.19**Gleichrichter-Wirkungsgrad**

$P_{\text{RECT}} / P_{\text{RX_OUT}}$

3.1.20**Gleichrichter-Impedanzwandlung**

$I_{\text{RX_IN}} / I_{\text{RECT}}$

3.1.21**Resonanz**

Zustand eines Körpers oder Systems, wenn er bzw. es einer periodischen Störung mit einer Frequenz ausgesetzt wird, die der Eigenfrequenz des Körpers bzw. des Systems entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei dieser Frequenz weist das System eine verstärkte Oszillation bzw. Schwingung auf.

3.1.22**Resonator**

Magnetfeldgenerator, welcher die Resonanzbedingung für die effiziente Übertragung elektrischer Energie von einer PTU zu einer PRU erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Sowohl eine Spule als auch ein elektrisch leitfähiger Draht sind Beispiele für Resonatoren.

3.1.23**kontaktlose Energieübertragung**

Prozesse und Methoden, die in allen Systemen stattfinden, in denen elektrische Energie ohne verbindende Drähte von einer Energiequelle zu einer elektrischen Last übertragen wird

3.2 Symbole und Abkürzungen**3.2.1 Symbole**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole für variable Parameter.

3.2.1.1 **η_{RECT}**

Gleichrichter-Wirkungsgrad ($P_{\text{RECT_OUT}} / P_{\text{RECT_IN}}$)

3.2.1.2 **I_{RECT}**

Gleichstrom des PRU-Gleichrichters

3.2.1.3 **$I_{\text{RECT_REPORT}}$** Wert von I_{RECT} , der von einer PRU an eine PTU gemeldet wird**3.2.1.4** **$I_{\text{RX_IN}}$**

Effektivwert des Ausgangsstroms des Resonators/Eingangsstroms des Gleichrichters bei eingeschalteter PRU

3.2.1.5 **I_{TX}** Effektivwert des Eingangsstroms der Impedanz $Z_{\text{TX_IN}}$ **3.2.1.6** **$I_{\text{TX_COIL}}$**

Effektivwert des Eingangsstroms der PTU-Resonatorspule

3.2.1.7 **$I_{\text{TX_LONG_BEACON}}$**

Effektivwert des Eingangsstroms des PTU-Resonators während der langen Warnsignal-Periode im PTU-Stromsparstatus

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Strom wird zur Bereitstellung der niedrigsten erforderlichen Energie verwendet, um ein PRU-Signalisierungsmodul und eine MCU aufzuwecken und die Kommunikation zu initiieren.

3.2.1.8 **$I_{\text{TX_SHORT_BEACON}}$**

Effektivwert des Eingangsstroms des PTU-Resonators während des PTU-Stromsparstatus

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Strom wird verwendet, um die PTU-Impedanzänderung zu erkennen, die durch die Platzierung eines Objekts im Ladebereich verursacht wird.

3.2.1.9 **$I_{\text{TX_START}}$**

Effektivwert des Eingangsstroms des PTU-Resonators, der die niedrigste erforderliche Energie bereitstellt, um ein PRU-Signalisierungsmodul und eine MCU aufzuwecken

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Strom wird außerdem verwendet, um die Kommunikation und Registrierung zu initiieren.

3.2.1.10 **P_{IN}**

Gleichstrom-Eingangsleistung der PTU

3.2.1.11 **$P_{\text{TX_IN}}$**

Eingangsleistung des PTU-Resonators

3.2.1.12 **$P_{\text{TX_IN_MAX}}$**

höchste Eingangsleistung des PTU-Resonators

3.2.1.13 **P_{RECT}** mittlere Leistung des PRU-Gleichrichters ($V_{RECT} \times I_{RECT}$)**3.2.1.14** **P_{RECT_BOOT}**

höchste mittlere Ausgangsleistung des PRU-Gleichrichters entsprechend den Lieferantenangaben

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gleichrichterleistung wird über ein Zeitintervall von 1 ms gemessen.

3.2.1.15 **P_{RECT_IN}**

mittlere Eingangsleistung des PRU-Gleichrichters

3.2.1.16 **$P_{RX_REPORTED}$** $V_{RECT_REPORT} \times I_{RECT_REPORT}$ **3.2.1.17** **P_{RX_OUT}**

Ausgangsleistung des PRU-Resonators

3.2.1.18 **R_{RECT}**

effektiver Lastwiderstand am Ausgang des PRU-Gleichrichters

3.2.1.19 **R_{RECT_MP}**

Widerstand beim Punkt höchster Leistung

3.2.1.20 **R_{RX_IN}**

störender Widerstand des PRU-Resonators

3.2.1.21 **V_{PAa}**

Eingangs-Gleichspannung des PTU-Leistungsverstärkers

3.2.1.22 **V_{RECT}**

Gleichspannung am Ausgang eines PRU-Gleichrichters

3.2.1.23 **V_{RECT_REPORT}** Wert von V_{RECT} , der von einer PRU an eine PTU gemeldet wird**3.2.1.24** **Z_{RX_IN}**

Eingangsimpedanz des PRU-Resonators und des zugehörigen Netzwerks

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole für variable Parameter; sie sind vom PTU-/PRU-Entwurf abhängig.

3.2.1.25 **ADV_PWR_MIN**

niedrigste angezeigte BLE-Bekanntgabeleistung, erfasst in der PTU-BLE-Antenne

3.2.1.26

$I_{TX_ABS_MAX}$

absoluter PTU-Höchststrom

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt üblicherweise entweder für I_{TX} oder I_{TX_COIL} .

3.2.1.27

$I_{TX_LONG_BEACON_MIN}$

niedrigster zulässiger Strom während der langen PTU-Warnsignal-Periode

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt üblicherweise entweder für I_{TX} oder I_{TX_COIL} .

3.2.1.28

$I_{TX_SHORT_BEACON_MIN}$

niedrigster zulässiger Strom während der kurzen PTU-Warnsignal-Periode

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt üblicherweise entweder für I_{TX} oder I_{TX_COIL} .

3.2.1.29

I_{TX_MAX}

Höchstwert des PTU-Betriebsstromes

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt üblicherweise entweder für I_{TX} oder I_{TX_COIL} .

3.2.1.30

I_{TX_MIN}

niedrigster Wert des PTU-Betriebsstromes

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt üblicherweise entweder für I_{TX} oder I_{TX_COIL} .

3.2.1.31

$I_{TX_NOMINAL}$

nominaler PTU-Resonatorstrom, bei dem alle PRUs im optimalen Spannungsbereich arbeiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Gilt üblicherweise entweder für I_{TX} oder I_{TX_COIL} .

3.2.1.32

P_{RECT_MAX}

Höchste Bemessungsleistung P_{RECT} der PTU

3.2.1.33

P_{RECT_MIN}

Niedrigste Bemessungsleistung P_{RECT} der PRU

3.2.1.34

$P_{RX_OUT_MAX}$

höchste Ausgangsleistung des PTU-Resonators

3.2.1.35

R_{RX_MIN}

kleinster Widerstandswert, welcher im Normalbetrieb an den PRU-Resonator-Anschlussklemmen anliegt

3.2.1.36

R_{RECT_MP}

Widerstand R_{RECT} , bei dem der Höchstwert der Leistung P_{RECT} erreicht wird

3.2.1.37 **R_{TX_IN}** Realteil von Z_{TX_IN} **3.2.1.38** **V_{RECT_BOOT}** Spannung V_{RECT} zum Hochfahren

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterhalb dieses Pegels kann die PRU nicht in den PRU-Hochfahr-Modus wechseln

3.2.1.39 **V_{RECT_HIGH}** höchste Betriebsspannung V_{RECT} **3.2.1.40** **V_{RECT_MAX}** höchste zulässige Spannung V_{RECT} der PRU**3.2.1.41** **V_{RECT_MIN}** niedrigste Betriebsspannung V_{RECT}

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterhalb dieser Spannung liefern PRUs möglicherweise nicht die volle Leistung

3.2.1.42 **V_{RECT_SET}** bevorzugte Spannung V_{RECT} der PRU**3.2.1.43** **V_{RECT_UVLO}** Spannung V_{RECT} , bei der die Unterspannungs-Störabschaltung stattfindet

Anmerkung 1 zum Begriff: Unterhalb dieses Pegels aktiviert die PRU möglicherweise nicht MCU und Kommunikationsmodul

3.2.1.44 **X_{TX_IN}** Imaginärteil von Z_{TX_IN} **3.2.1.45** **Z_{PA_SOURCE}**

Quellenimpedanz der Resonator-Stromversorgung

3.2.1.46 **$Z_{PA_SOURCE_MIN}$**

niedrigste zulässige Quellenimpedanz des Verstärkers oder der Versorgung, welche den Strom für den PTU-Resonator bereitstellen

3.2.1.46 **$Z_{RX_IN_PORT}$** Bezugsanschluss-Impedanz des PRU-Resonators zur Messung von S_{21} **3.2.1.47** **$Z_{TX_IN_IMG_MAX}$** höchste zulässige reflektierte Tx-Reaktanz ($\text{Im}\{Z_{TX_IN}\}$)

3.2.1.48

$Z_{TX_IN_IMG_MIN}$

niedrigste zulässige reflektierte Tx-Reaktanz ($\text{Im}\{Z_{TX_IN}\}$)

3.2.1.49

$Z_{TX_IN_LOAD_CHANGE}$

niedrigste Laständerung von Z_{TX_IN} , die von einer PRU erzeugt wird, wenn diese im Ladebereich einer PTU platziert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Laständerung wird gemessen, wenn ein Strom höher oder gleich $I_{TX_SHORT_BEACON_MIN}$ angelegt wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Wert gilt spezifisch für einen bestimmten PTU-Resonator-Entwurf.

3.2.1.50

$Z_{TX_IN_LOAD_DETECT}$

niedrigste Änderung von Z_{TX_IN} , welche der Schaltkreis des PTU-Resonators erkennen kann

3.2.1.51

$Z_{TX_IN_PORT}$

Bezugsanschluss-Impedanz des PTU-Resonators zur Messung von S_{21}

3.2.1.52

$Z_{TX_IN_REAL_MAX}$

höchster zulässiger reflektierter Tx-Widerstand ($\text{Re}\{Z_{TX_IN}\}$)

3.2.1.53

Z_{TX_IN}

Eingangsimpedanz des PTU-Resonators und des zugehörigen Netzwerks

3.2.2 Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Abkürzungen und Definitionen.

BLE	Bluetooth-Niedrigenergie (en: Bluetooth Low Energy)
BSS	Basissystemspezifikation (en: Baseline System Specification)
GAP	Generisches Zugangsprofil (en: Generic Access Profile)
GATT	Generisches Attributprofil (en: Generic Attribute Profile)
MCU	Mikrosteuerbaustein (en: Microcontroller)
NFC	Nahfeld-Kommunikation (en: Near Field Communication)
LE	Niedrigenergie (en: Low Energy)
OCP	Überstromschutz (en: Over Current Protection)
OEM	Originalgerätehersteller (en: Original Equipment Manufacturer)
OTP	Übertemperaturschutz (en: Over Temperature Protection)
OVP	Überspannungsschutz (en: Over Voltage Protection)
PA	Leistungsverstärker (en: Power Amplifier)
PRU	Energie empfangende Einheit (en: Power Receiving Unit)
PTU	Energie sendende Einheit (en: Power Transmitting Unit)
RCE	Resonator-Koppelwirkungsgrad (en: Resonator Coupling Efficiency)
RFU	Reserviert für zukünftige Verwendung (en: Reserved for Future Use)
UUID	Universell eindeutiger Bezeichner (en: Universally Unique Identifier)
WPT	Kontaktlose Energieübertragung (en: Wireless Power Transfer)

CONTENTS

1		
2		
3	FOREWORD	7
4	INTRODUCTION	9
5	1 Scope	10
6	2 Normative references	10
7	3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms	10
8	3.1 Terms and definitions	10
9	3.2 Symbols and abbreviated terms	12
10	3.2.1 Symbols	12
11	3.2.2 Abbreviations	16
12	4 System description	17
13	5 High level requirements	18
14	5.1 Conformance	18
15	5.2 Resonator designs	18
16	5.3 Backwards compatibility	18
17	5.3.1 General	18
18	5.3.2 Backwards compatibility requirements	18
19	6 Device types	19
20	6.1 PTU classification	19
21	6.2 PRU category	19
22	7 Power transfer specifications	20
23	7.1 System equivalent circuit and reference parameters	20
24	7.2 General system requirements	20
25	7.2.1 Operating frequency	20
26	7.2.2 Z_{TX_IN} relationship to R_{RECT}	21
27	7.2.3 Power stability	21
28	7.2.4 PTU co-location protection	21
29	7.2.5 PRU self protection (informative)	21
30	7.3 Resonator requirements	21
31	7.3.1 Resonator coupling efficiency (RCE)	21
32	7.3.2 PTU resonator requirements	22
33	7.3.3 PRU resonator requirements	24
34	7.4 Load parameters	25
35	7.4.1 Load parameters introduction	25
36	7.4.2 Minimum load resistance	25
37	7.4.3 Maximum allowable dynamic load	25
38	7.4.4 Maximum load capacitance	25
39	8 Power control specifications	26
40	8.1 Control objectives	26
41	8.2 PTU specifications	26
42	8.2.1 PTU state	26
43	8.2.2 General state requirements	26
44	8.2.3 PTU power save state	27
45	8.2.4 PTU low power state	30
46	8.2.5 PTU power transfer state	30
47	8.2.6 PTU configuration state	33

48	8.2.7	PTU local fault state	33
49	8.2.8	PTU latching fault state	33
50	8.2.9	PTU state transitions	34
51	8.2.10	PTU test mode.....	37
52	8.3	PRU specifications.....	37
53	8.3.1	PRU general requirements.....	37
54	8.3.2	PRU state model.....	40
55	8.3.3	Null state	40
56	8.3.4	PRU boot.....	40
57	8.3.5	PRU on state	41
58	8.3.6	PRU system error state.....	41
59	8.3.7	PRU state transitions	42
60	9	Signaling specifications	43
61	9.1	Architecture and state diagrams.....	43
62	9.1.1	Architecture	43
63	9.1.2	Overall charge process	44
64	9.2	Charge procedure and requirements	46
65	9.2.1	Removing PRU from WPT network	46
66	9.2.2	Power sharing mode	46
67	9.3	Bluetooth low energy requirements	47
68	9.3.1	Bluetooth low energy requirements introduction	47
69	9.3.2	Bluetooth low energy objectives.....	47
70	9.3.3	PTU hardware requirement.....	47
71	9.3.4	PRU hardware requirement.....	47
72	9.3.5	Basic network structure	47
73	9.3.6	RF requirements	47
74	9.3.7	Timing and sequencing requirements.....	48
75	9.3.8	Profile structure	50
76	9.4	BLE profile definition.....	50
77	9.4.1	GATT sub-procedure	50
78	9.4.2	Configuration	50
79	9.4.3	PRU requirements	51
80	9.4.4	PTU requirements.....	51
81	9.4.5	Connection establishment.....	52
82	9.4.6	Security considerations.....	54
83	9.4.7	Charge completion.....	54
84	9.5	WPT service characteristics	54
85	9.5.1	WPT service characteristics introduction.....	54
86	9.5.2	PRU advertising payload	55
87	9.5.3	WPT service	57
88	9.5.4	PRU control	59
89	9.5.5	PTU static parameter	60
90	9.5.6	PRU static parameter characteristic	65
91	9.5.7	PRU dynamic parameter	68
92	9.5.8	PRU alert characteristic	71
93	9.6	Cross connection algorithm.....	73
94	9.6.1	Cross connection algorithm introduction	73
95	9.6.2	Definitions	73
96	9.6.3	Acceptance of advertisement.....	73

97	9.6.4	Impedance shift sensing	73
98	9.6.5	Reboot bit handling	74
99	9.6.6	Time set handling	74
100	9.7	Mode transition	74
101	9.7.1	Mode transition introduction	74
102	9.7.2	Mode transition procedure	75
103	9.7.3	BLE reconnection procedure	75
104	10	PTU resonators	77
105	10.1	PTU resonators introduction	77
106	10.2	Class n design template	78
107	10.2.1	Class n design template introduction	78
108	10.2.2	Table of specifications	78
109	10.2.3	PTU resonator structure	78
110	10.3	Approved PTU resonators	78
111	Annex A (informative)	Reference PRU for PTU acceptance testing	79
112	A.1	Category 1	79
113	A.2	Category 2	79
114	A.3	Category 3	79
115	A.3.1	PRU design 3-1	79
116	A.3.2	Geometry	80
117	A.4	Category 4	82
118	A.5	Category 5	82
119	Annex B (informative)	Lost power	83
120	B.1	Introduction	83
121	B.2	Cross connection issues	83
122	B.3	Handoff issues	83
123	B.4	Power noise issues	83
124	B.5	PTU lost power calculation	84
125	B.5.1	Lost power detection threshold	84
126	B.5.2	Lost power detection speed	84
127	B.5.3	PTU lost power calculation	84
128	B.5.4	PTU power transmission detection accuracy	84
129	B.6	PRU lost power reports	84
130	B.6.1	Accuracy of reported power	84
131	B.6.2	Other PRU lost power reports	84
132	Annex C (normative)	User experience requirements	85
133	C.1	General	85
134	C.2	User indication	85
135	C.2.1	PRU user indication	85
136	C.2.2	PTU user indication	85
137	Annex D (informative)	RCE calculations	86
138	D.1	RCE calculation (using S-parameters)	86
139	D.2	RCE calculation (using Z-parameters)	86
140	D.2.1	Series tuned case	88
141	D.2.2	Other RCE calculations	88
142	D.3	Conversion between S-parameters and Z-parameters	88
143			
144	Figure 1 – Wireless power transfer system		18

145	Figure 2 – PTU-PRU resonator P_{TX_IN}	19
146	Figure 3 – PTU-PRU resonator P_{RX_OUT}	20
147	Figure 4 – Equivalent circuit and system parameters	20
148	Figure 5 – PTU resonator-load considerations	23
149	Figure 6 – PTU state model	26
150	Figure 7 – Beacon sequences	28
151	Figure 8 – Load variation detection	29
152	Figure 9 – Discovery	29
153	Figure 10 – PTU I_{TX_COIL} transition responses	31
154	Figure 11 – PRU state model	40
155	Figure 12 – V_{RECT} operating regions	40
156	Figure 13 – Basic architecture of WPT system	44
157	Figure 14 – Basic state procedure (informative)	45
158	Figure 15 – Registration period timeline example (informative)	49
159	Figure 16 – PTU/PRU services/characteristics communication	51
160	Figure 17 – PRU mode transition - device address field set to a non-zero value	76
161	Figure 18 – PRU mode transition - device address field set to all zeros	77
162	Figure A.1 – PRU design 3 block diagram	79
163	Figure A.2 – Front view	80
164	Figure A.3 – Back view	81
165	Figure A.4 – Side view	81
166	Figure A.5 – Front view, coil only	82
167	Figure A.6 – Side view, coil only	82
168		
169	Table 1 – PTU classification	19
170	Table 2 – PRU category	20
171	Table 3 – Minimum RCE (percent and dB) between PRU and PTU	21
172	Table 4 – Maximum load capacitance	25
173	Table 5 – Time requirement to enter PTU power transfer state	27
174	Table 6 – Sub-state of PTU power transfer	31
175	Table 7 – PTU latching faults	36
176	Table 8 – Example of accuracy of reported current	39
177	Table 9 – PRU system errors	43
178	Table 10 – RF budget (informative)	48
179	Table 11 – Timing constraints	49
180	Table 12 – BLE profile characteristics	50
181	Table 13 – GATT sub-procedure	50
182	Table 14 – PRU advertising payload	55
183	Table 15 – Impedance shift bit	56
184	Table 16 – WPT service UUID	57
185	Table 17 – WPT service	57
186	Table 18 – GAP service	58

187	Table 19 – GATT service	58
188	Table 20 – PRU control characteristic	59
189	Table 21 – Detail: bit field for enables	59
190	Table 22 – Detail: bit field for permission	60
191	Table 23 – Detail: bit field for time set	60
192	Table 24 – PTU reporting static values to PRU	61
193	Table 25 – Detail: bit field for optional fields validity	61
194	Table 26 – PTU power	61
195	Table 27 – Max source impedance	63
196	Table 28 – Max load resistance	63
197	Table 29 – A4WP protocol revision field	64
198	Table 30 – PTU number of devices	65
199	Table 31 – PRU reporting static values to the PTU	65
200	Table 32 – Detail: bit field for optional fields validity	66
201	Table 33 – Detail: bit field for PRU information	66
202	Table 34 – PRU dynamic parameter characteristic	68
203	Table 35 – Detail: bit field for optional fields validity	69
204	Table 36 – Detail: bit field for PRU alert	70
205	Table 37 – Detail: bit field for PRU alert	71
206	Table 38 – Test mode commands	71
207	Table 39 – PRU alert fields	72
208	Table 40 – Detail: bit field for PRU alert notification	72
209	Table 41 – Mode transition	73
210	Table A.1 – PRU table of specifications	79
211		
212		
213		

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**WIRELESS POWER TRANSFER –
MAGNETIC RESONANCE INTEROPERABILITY –
A4WP BASELINE SYSTEM SPECIFICATION (BSS)**

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 XXXXX has been prepared by TA 15: Wireless power transfer, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
100/XX/FDIS	100/XX/RVD

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

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

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

IEC CDV 6XXXX © IEC:201X

– 9 –

- 268 • reconfirmed,
- 269 • withdrawn,
- 270 • replaced by a revised edition, or
- 271 • amended.

272

273 The National Committees are requested to note that for this publication the stability date
274 is 2018.

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

277

278

279

INTRODUCTION

280 This document was prepared by the Alliance for Wireless Power (A4WP) to define the
281 Rezence[™] Wireless Power Transfer (WPT) requirements..

282

WIRELESS POWER TRANSFER – MAGNETIC RESONANCE INTEROPERABILITY – A4WP BASELINE SYSTEM SPECIFICATION (BSS)

1 Scope

This International Standard defines technical requirements, behaviors and interfaces which are necessary for ensuring interoperability for flexibly coupled wireless power transfer (WPT) systems named Rezence.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

Bluetooth Core Specification v4.0
(https://www.bluetooth.org/docman/handlers/downloaddoc.ashx?doc_id=229737)
Bluetooth Core Specification CSA4
(https://www.bluetooth.org/docman/handlers/DownloadDoc.ashx?doc_id=269452)

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1 advertisement

connectable, undirected advertising event where the device transmits three WPT service specific ADV_IND packets and accepts both scan requests and connect requests

Note 1 to entry: There's one ADV_IND packet transmitted on each of the advertising channels,
Note 2 to entry: Receipt of an advertisement is defined to be receipt of one of the three advertisement packets.

3.1.2 category type of PRU

3.1.3 charge area

area provided by vendor where transmission and reception of power is executed on the device

3.1.4 test area

region of maximum overlap between the PTU charge area and the PRU resonator when the PRU (i.e., the entire device) is larger than the PTU charge area, or region of maximum overlap between the PTU charge area and the PRU (entire device) when the PRU is smaller than the PTU charge area

Note 1 to entry: This does not preclude the PRU resonator being larger than the PTU resonator.
Note 2 to entry: Additionally, "within the charge area" is equated to mean "within the test area".
Note 3 to entry: The charge area includes the specification of the Z heights intended for the final product, from the surface of resonator coil.

3.1.5 class type of PTU

3.1.6 concurrent multiple charging

transmission of power from one transmitting resonator to multiple receiving resonators

Note 1 to entry: Magnetic resonant coupling may occur among one transmitting resonator and many receiving resonators, while tight coupling is restricted to only one transmitting coil and one receiving coil. Thus, tightly coupled technology only allows one-to-one power transmission.

3.1.7

delta R1

change in a PTU resonator's measured resistance when a PRU is placed at the center of PTU's charge area as compared to the resistance when no objects are in the charge area

Note 1 to entry: This measurement refers to the use of a PRU with an open-circuit resonator.

3.1.8

device registry

list of active PRU's maintained by the PTU

Note 1 to entry: These PRU's are connected to the PTU via the BLE link and can be charged.

3.1.9

dominant PRU

PRU consuming the highest percentage of its rated output power ($V_{RECT} \times I_{RECT} / P_{RECT_MAX}$)

3.1.10

flexibly coupled wireless power transfer

power transfer system that provides power through magnetic induction between a transmitter coil and a receiver coil, where the coupling factor (k) between the coils can be large or very small (e.g., less than 0,025)

Note 1 to entry: Also, in a flexibly coupled system, the transmitter (i.e., the primary) coil can be of the same size, or much larger than the receiver (i.e., secondary) coil. The allowable difference in coil size enables concurrent charging of multiple devices as well as more flexible placement of receiver coils within the charge area.

3.1.11

high voltage

PRU region in which V_{RECT} levels result in high power dissipation without damaging the PRU

3.1.12

keep-out volume

volume outside of the charge area in which no testing is performed

Note 1 to entry: This parameter is defined by the PTU vendor.

3.1.13

low voltage

V_{RECT} voltages below the operational range

3.1.14

normal operation

range of all specified WPT states other than PRU system error state for over-voltage

3.1.15

over voltage

V_{RECT} voltages greater than V_{RECT_MAX}

Note 1 to entry: Over voltage can permanently damage PRU components if the PRU does not correct the condition (see 8.3.6, PRU system error state).

3.1.16

OVP switch

switch in the PRU that opens or closes to protect the PRU

3.1.17

power receiving unit

unit receiving electrical power wirelessly from a power transmitting unit

3.1.18

power transmitting unit

unit transferring electrical power wirelessly to each power receiving unit

3.1.19**rectifier efficiency** $P_{\text{RECT}} / P_{\text{RX_OUT}}$ **3.1.20****rectifier impedance transform** $I_{\text{RX_IN}} / I_{\text{RECT}}$ **3.1.21****resonance**

condition of a body or system when it is subjected to a periodic disturbance of the same frequency as the natural frequency of the body or system

Note 1 to entry: At this frequency, the system displays an enhanced oscillation or vibration.

3.1.22**resonator**

magnetic field generator that satisfies the resonance condition for efficiently transferring electrical power from a PTU to a PRU

Note 1 to entry: Both a coil and an electrical conducting wire are examples of a resonator.

3.1.23**wireless power transfer**

processes and methods that take place in any system where electrical power is transmitted from a power source to an electrical load without interconnecting wires

3.2 Symbols and abbreviated terms**3.2.1 Symbols**

For the purposes of this document, the following symbols for variable parameters apply.

3.2.1.1 η_{RECT}

rectifier efficiency ($P_{\text{RECT_OUT}} / P_{\text{RECT_IN}}$)

3.2.1.2 I_{RECT}

DC current out of the PRU's rectifier

3.2.1.3 $I_{\text{RECT_REPORT}}$

I_{RECT} value reported by a PRU to a PTU

3.2.1.4 $I_{\text{RX_IN}}$

RMS current out of the resonator/into the rectifier, while in the PRU on state

3.2.1.5 I_{TX}

RMS current into the $Z_{\text{TX_IN}}$ impedance

3.2.1.6 $I_{\text{TX_COIL}}$

RMS current into the PTU resonator coil

3.2.1.7 $I_{\text{TX_LONG_BEACON}}$

RMS current into the PTU resonator during the long beacon period in the PTU power save state

427 Note 1 to entry: This current is used to provide minimum power for waking up a PRU signaling module and MCU,
428 and to initiate communication.

429 **3.2.1.8**

430 **$I_{TX_SHORT_BEACON}$**

431 RMS current into the PTU resonator while in the PTU power save state

432 Note 1 to entry: This current is used to detect the PTU impedance change caused by the placement of an object
433 in the charge area.

434 **3.2.1.9**

435 **I_{TX_START}**

436 RMS current into the PTU resonator that provides minimum power for waking up a PRU
437 signaling module and MCU

438 Note 1 to entry: This current is also used to initiate communication and registration.

439 **3.2.1.10**

440 **P_{IN}**

441 DC power into the PTU

442 **3.2.1.11**

443 **P_{TX_IN}**

444 input power to the PTU resonator

445 **3.2.1.12**

446 **$P_{TX_IN_MAX}$**

447 maximum input power to the PTU resonator

448 **3.2.1.13**

449 **P_{RECT}**

450 average power out of the PRU's rectifier ($V_{RECT} \times I_{RECT}$)

451 **3.2.1.14**

452 **P_{RECT_BOOT}**

453 maximum average power out of the PRU's rectifier as declared by the vendor

454 Note 1 to entry: The rectifier power is measured over a 1 ms interval.

455 **3.2.1.15**

456 **P_{RECT_IN}**

457 average power into the PRU rectifier

458 **3.2.1.16**

459 **$P_{RX_REPORTED}$**

460 $V_{RECT_REPORT} \times I_{RECT_REPORT}$

461 **3.2.1.17**

462 **P_{RX_OUT}**

463 power out of the PRU resonator

464 **3.2.1.18**

465 **R_{RECT}**

466 effective load resistance at the output of the PRU's rectifier

467 **3.2.1.19**

468 **R_{RECT_MP}**

469 maximum power point resistance

470 **3.2.1.20**

471 **R_{RX_IN}**

472 parasitic resistance of the PRU resonator

3.2.1.21 **V_{PAa}**

DC input voltage to the PTU's power amplifier

3.2.1.22 **V_{RECT}**

DC voltage at the output of a PRU's rectifier

3.2.1.23 **V_{RECT_REPORT}** V_{RECT} value which a PRU reports to a PTU**3.2.1.24** **Z_{RX_IN}**

input impedance of the PRU resonator and matching network

For the purposes of this document, the following symbols for PTU/PRU design dependent variable parameters apply.

3.2.1.25 **ADV_PWR_MIN**

minimum BLE advertisement power as seen at the PTU BLE antenna

3.2.1.26 **$I_{TX_ABS_MAX}$**

absolute maximum PTU current

Note 1 to entry: Typically applies to either I_{TX} or I_{TX_COIL} .

3.2.1.27 **$I_{TX_LONG_BEACON_MIN}$**

minimum allowed current during PTU Long beacon

Note 1 to entry: Typically applies to either I_{TX} or I_{TX_COIL} .

3.2.1.28 **$I_{TX_SHORT_BEACON_MIN}$**

minimum allowed current during PTU Short beacon

Note 1 to entry: Typically applies to either I_{TX} or I_{TX_COIL} .

3.2.1.29 **I_{TX_MAX}**

operational maximum PTU current

Note 1 to entry: Typically applies to either I_{TX} or I_{TX_COIL} .

3.2.1.30 **I_{TX_MIN}**

operational minimum PTU current

Note 1 to entry: Typically applies to either I_{TX} or I_{TX_COIL} .

3.2.1.31 **$I_{TX_NOMINAL}$**

nominal PTU resonator current driving all PRUs to operate in the optimum voltage region

Note 1 to entry: Typically applies to either I_{TX} or I_{TX_COIL} .

3.2.1.32 **P_{RECT_MAX}** PRU's maximum rated P_{RECT} power

- 518 **3.2.1.33**
519 $P_{\text{RECT_MIN}}$
520 PRU's minimum rated P_{RECT} power
- 521 **3.2.1.34**
522 $P_{\text{RX_OUT_MAX}}$
523 maximum output power of the PRU resonator
- 524 **3.2.1.35**
525 $R_{\text{RX_MIN}}$
526 minimum resistance presented to the PRU resonator terminals during normal operation
- 527 **3.2.1.36**
528 $R_{\text{RECT_MP}}$
529 R_{RECT} resistance that achieves maximum P_{RECT} power
- 530 **3.2.1.37**
531 $R_{\text{TX_IN}}$
532 real part of $Z_{\text{TX_IN}}$
- 533 **3.2.1.38**
534 $V_{\text{RECT_BOOT}}$
535 boot V_{RECT} voltage
- 536 Note 1 to entry: Below this level, the PRU cannot enter the PRU boot state
- 537 **3.2.1.39**
538 $V_{\text{RECT_HIGH}}$
539 maximum operational V_{RECT} voltage
- 540 **3.2.1.40**
541 $V_{\text{RECT_MAX}}$
542 PRU's maximum allowable V_{RECT} voltage
- 543 **3.2.1.41**
544 $V_{\text{RECT_MIN}}$
545 minimum operational V_{RECT} voltage
- 546 Note 1 to entry: Below this voltage, PRUs may not deliver full power
- 547 **3.2.1.42**
548 $V_{\text{RECT_SET}}$
549 PRU's preferred V_{RECT} voltage
- 550 **3.2.1.43**
551 $V_{\text{RECT_UVLO}}$
552 under voltage lock out V_{RECT} voltage
- 553 Note 1 to entry: Below this level, the PRU may not enable MCU and communication module
- 554 **3.2.1.44**
555 $X_{\text{TX_IN}}$
556 imaginary part of $Z_{\text{TX_IN}}$
- 557 **3.2.1.45**
558 $Z_{\text{PA_SOURCE}}$
559 source impedance of resonator power supply

3.2.1.46 **$Z_{PA_SOURCE_MIN}$**

minimum allowable source impedance of the amplifier or supply that provides current to the PTU resonator

3.2.1.47 **$Z_{RX_IN_PORT}$**

reference port impedance of PRU resonator to measure S_{21}

3.2.1.48 **$Z_{TX_IN_IMG_MAX}$**

maximum allowable reflected Tx reactance ($\text{Im}\{Z_{TX_IN}\}$)

3.2.1.49 **$Z_{TX_IN_IMG_MIN}$**

minimum allowable reflected Tx reactance ($\text{Im}\{Z_{TX_IN}\}$)

3.2.1.50 **$Z_{TX_IN_LOAD_CHANGE}$**

minimum load change in Z_{TX_IN} created by a PRU when placed in the charge area of a PTU

Note 1 to entry: The load change is measured when a current greater than or equal to $I_{TX_SHORT_BEACON_MIN}$ is applied.

Note 2 to entry: This value is specific to a PTU Resonator design.

3.2.1.51 **$Z_{TX_IN_LOAD_DETECT}$**

minimum change in Z_{TX_IN} that the PTU resonator circuitry can be able to detect

3.2.1.52 **$Z_{TX_IN_PORT}$**

reference port impedance of PTU resonator to measure S_{21}

3.2.1.53 **$Z_{TX_IN_REAL_MAX}$**

maximum allowable reflected Tx resistance ($\text{Re}\{Z_{TX_IN}\}$)

3.2.1.54 **Z_{TX_IN}**

input impedance of PTU resonator and matching network

3.2.2 Abbreviations

For the purposes of this document, the following abbreviated terms and definitions apply.

BLE	Bluetooth Low Energy
BSS	Baseline System Specification
GAP	Generic Access Profile
GATT	Generic Attribute Profile
MCU	Microcontroller
NFC	Near Field Communication
LE	Low Energy
OCP	Over Current Protection
OEM	Original Equipment Manufacturer
OTP	Over Temperature Protection
OVP	Over Voltage Protection
PA	Power Amplifier

606	PRU	Power Receiving Unit
607	PTU	Power Transmitting Unit
608	RCE	Resonator Coupling Efficiency
609	RFU	Reserved for Future Use
610	UUID	Universally Unique Identifier
611	WPT	Wireless Power Transfer

612

613 4 System description

614 The Alliance for Wireless Power (A4WP) WPT system transfers power from a single Power
615 Transmitter Unit (PTU) to one or more Power Receiver Units (PRU's.) The power transmission
616 frequency is 6,78 MHz, and up to eight devices can be powered from a single PTU depending
617 on transmitter and receiver geometry and power levels. The Bluetooth Low Energy (BLE) link
618 in the A4WP system is intended for control of power levels, identification of valid loads and
619 protection of non-compliant devices.

620 Figure 1 illustrates the basic WPT system configuration between a PTU and a PRU. The PTU
621 can be expanded to serve multiple independent PRUs. The PTU comprises three main
622 functional units which are a resonator and matching unit, a power conversion unit, and a
623 signaling and control unit. The PRU also comprises three main functional units like the PTU.

624 The control and communication protocol for the WPT network is designed as the bidirectional
625 and half duplex architecture and is used to signal PRU characteristics to the PTU as well as to
626 provide feedback to enable efficiency optimization, over-voltage protection, under-voltage
627 avoidance, and rogue object detection.

628 The WPT network is a star topology with the PTU as the master and PRUs as slaves. The
629 PTU and the PRU perform the bidirectional communication to each other to identify the device
630 compliance and to exchange the power negotiation information.

631 In this specification, Clause 5 provides high level requirements and Clause 6 identifies device
632 classifications. Clause 7 provides power transfer requirements (including a fixed 6,78 MHz
633 operating frequency, resonator requirements and load parameters) while Clause 8 provides
634 PTU and PRU power control requirements. Clause 9 provides signaling requirements,
635 Clause 10 identifies approved PTU resonator designs and Annex A (informative) includes
636 reference PRUs for PTU acceptance testing. Annex B is an informative annex for PTU lost
637 power. Annex C is a normative annex for user experience requirements. Annex D is an
638 informative annex for addressing Resonator Coupling Efficiency (RCE) measurements.

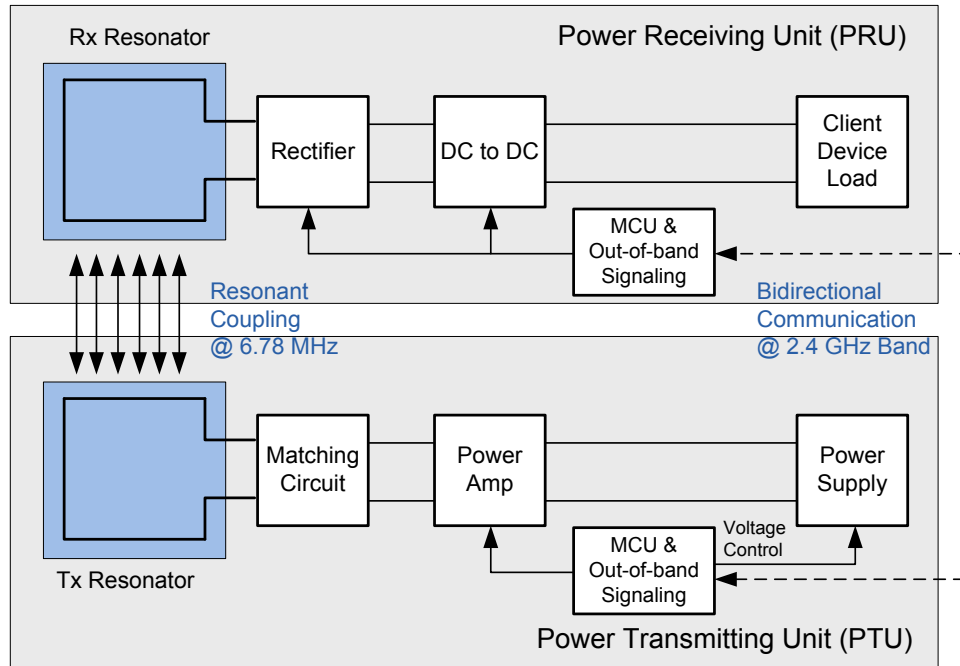


Figure 1 – Wireless power transfer system

5 High level requirements

5.1 Conformance

PRUs and PTUs shall comply with all normative clauses of this specification and their behavior shall adhere to the specification to which they are certified, except for the following condition.

Upon completion of device registration, if the A4WP device, based on the exchanged information, determines that it is connected to a lower revision A4WP device or to an A4WP device with unsupported optional features, then the A4WP device shall not perform any procedure related to the unsupported features of the connected A4WP device. Further, if an A4WP device receives any unknown or unsupported information from the connected A4WP device, such information in any form or manner shall be ignored.

5.2 Resonator designs

The Certification Authority (CA) administers the approval process of new PTU resonator designs and is responsible for the review of test results and the determination regarding acceptance. Approved PTU resonator designs are defined in Clause 10, PTU resonators.

5.3 Backwards compatibility

5.3.1 General

A4WP devices, to be certified to the most recent published revision of the BSS, shall be backwards compatible to A4WP devices certified to prior published revisions of the BSS. To be backwards compatible, all A4WP devices shall satisfy the requirements of 5.3.2, as follows.

5.3.2 Backwards compatibility requirements

A4WP devices shall be backwards compatible. An A4WP device is considered backwards compatible with another A4WP device if the following requirements are satisfied:

- The PRU shall be interoperable with all previous revision PTUs and shall support all mandatory features for the revision to which the previous revision PTU was certified. The PRU may support the optional features that the PTU supports in the previous revision for which the PTU was certified. The PRU shall not request or initiate any feature (mandatory or optional) that is not supported by the previous revision PTU.

- a) The PTU shall be interoperable with all previous revision PRUs and shall support all mandatory features for the revision to which the previous revision PRU was certified. The PTU may support the optional features that the PRU supports in the previous revision for which the PRU was certified. The PTU shall not request or initiate any feature (mandatory or optional) that is not supported by the previous revision PRU.

6 Device types

6.1 PTU classification

A4WP PTU classes are defined by the following:

- a) A PTU class is determined by the highest category PRU supported by that PTU as determined in Table 1. For example, a PTU that supports category 4 and below PRUs is considered a class 3 PTU. The maximum output power capability of a PTU of class n shall be larger than or equal to the value of $P_{TX_IN_MAX'}$ of its class as denoted in Table 1. The output power of a PTU is denoted by P_{TX_COIL} in Figure 2, where P_{TX_COIL} is the real power, $\text{Avg } V(t) \times I(t)$. See Clause 7 for power transfer requirements.
- b) The minimum PRU support requirements are specified in Table 1. The minimum support requirement specifies the number of highest category PRUs that the PTU shall support at the least. The PTU shall support power allocation for PRUs of all categories lower than the highest supported category specified in Table 1, at least up to the max number of devices specified in the table, per the limitation of available power. PTU vendors may specify a different charge area for the Category 1 PRUs from other PRU categories.

NOTE: The minimum category support requirement specified in Table 1 does not limit PTUs from supporting PRUs of higher category, if the PTU is capable of supporting higher category devices.

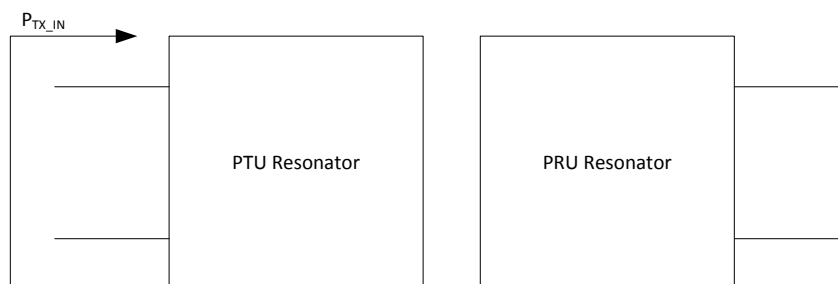


Figure 2 – PTU-PRU resonator P_{TX_IN}

Table 1 – PTU classification

	$P_{TX_IN_MAX'}$ Watts	Minimum category support requirements	Minimum value for max number of devices supported
Class 1	2	1 x Category 1	1 x Category 1
Class 2	10	1 x Category 3	2x Category 2
Class 3	16	1 x Category 4	2x Category 3
Class 4	33	1 x Category 5	3x Category 3
Class 5	50	1 x Category 6	4x Category 3
Class 6	70	1 x Category 7	5x Category 3

The minimum number of maximum category devices, is provided as guidelines for calculating $P_{TX_IN_MAX'}$, and are not meant to restrict size of corresponding class.

6.2 PRU category

Illustrated in Figure 3, the PRU resonator output power denoted by P_{RX_OUT} is the real power $\text{Avg } V(t) \times I(t)$. Table 2 lists the PRU resonator output power ($P_{RX_OUT_MAX'}$) for PRU categories. See Clause 7 for power transfer requirements.

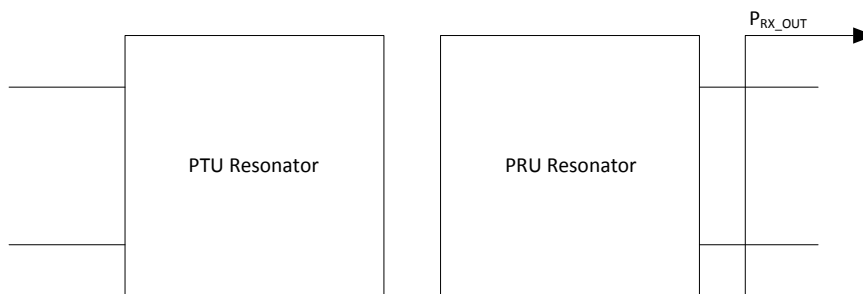


Figure 3 – PTU-PRU resonator P_{RX_OUT}

The PRU shall not draw more power than specified for its category. See Table 2.

Table 2 – PRU category

PRU	$P_{RX_OUT_MAX}'$ Watts	Example applications
Category 1	TBD	BT Headset
Category 2	3,5	Feature Phone
Category 3	6,5	Smart Phone
Category 4	13	Tablet, Phablet
Category 5	25	Small Form Factor Laptop
Category 6	37,5	Regular Laptop
Category 7	50	

NOTE 1: For P_{RX_OUT} , the PRU power is the output power of the PRU resonator.

NOTE 2: 6,5 W is intended to allow 5 W at the charge port if the implementation has an efficiency greater than 80 %.

7 Power transfer specifications

7.1 System equivalent circuit and reference parameters

The equivalent circuit of the PTU resonator shall be series-tuned, or series-shunt-tuned. The equivalent circuit of the PRU resonator shall be series-tuned, shunt tuned, or series-shunt tuned. Figure 4 shows the interface point where the reference parameters are measured.

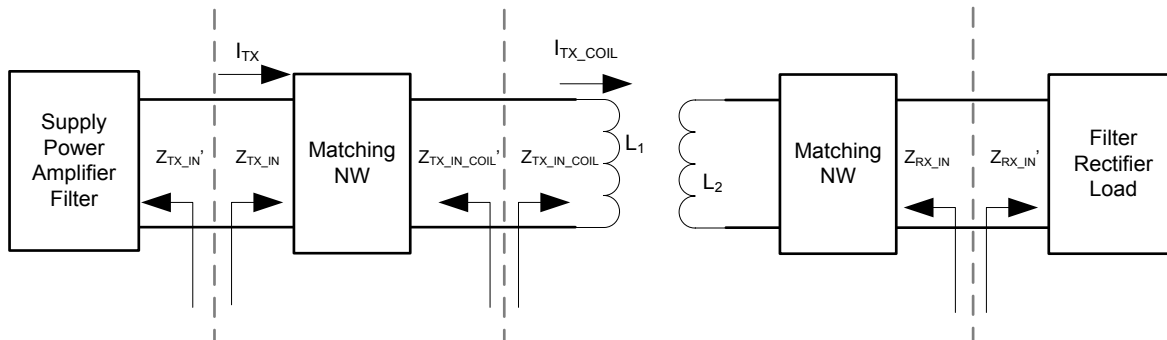


Figure 4 – Equivalent circuit and system parameters

7.2 General system requirements

7.2.1 Operating frequency

The resonator system shall operate at 6,78 MHz $\pm$ 15 kHz.

7.2.2 Z_{TX_IN} relationship to R_{RECT}

The real part of Z_{TX_IN} shall be inversely related to the load resistance of the rectifier. An increase in R_{RECT} shall cause a decrease in Z_{TX_IN} . A decrease in R_{RECT} shall cause an increase in Z_{TX_IN} .

7.2.3 Power stability

Under all operational conditions (transient/steady state) involving two or more PRUs, the change in rectified-output power of a first PRU, should be no more than 10 % in the following two conditions:

- a) A second PRU is physically added or removed from the charge area in a location that does not overlap with the first PRU.
- b) A second PRU which is already in the charge area makes step response from 0 % load to 100 % load in less than 1 ms.

7.2.4 PTU co-location protection

A PTU shall protect itself when collocated with a PTU resonator of Clause 10, PTU resonators, which is conducting up to $I_{TX_ABS_MAX}$. This includes all areas outside of the Keep-out Volume, in addition to the Charge Area.

7.2.5 PRU self protection (informative)

PRUs can experience high field strengths as a result of $I_{TX_ABS_MAX}$ (from any class PTU) and are expected to protect themselves accordingly, including the situation of a link loss and failed to reconnect to PTU. This includes all areas outside of the Keep-out Volume, in addition to the Charge Area.

7.3 Resonator requirements

7.3.1 Resonator coupling efficiency (RCE)

7.3.1.1 General

Resonator coupling efficiency (RCE) is defined as the maximum of the ratio of the power delivered by the PRU coil to a load, divided by the power delivered to the PTU coil, at 6,78 MHz. RCE is also equal to the maximum value of $|S_{21}|^2$ between one PTU and one PRU, occurring with perfectly-matched port impedance conditions, meaning S_{11} and S_{22} are zero, when the reference port impedances are as specified in 7.3.1.2 and 7.3.1.3. See Annex D, for RCE Calculations (Informative).

The calculated value of RCE shall be equal to or higher than the minimum values given in Table 3, when the PRU is within the charge area specified in Clause 10, PTU resonators.

NOTE 1: The actual measurements of S_{11} , S_{22} , S_{21} , and S_{12} may be made with nominal 50 ohm reference port conditions and the results converted to meet this RCE definition as well as finding the matching source and load, defined in 7.3.1.2 and 7.3.1.3. A step by step procedure to determine the maximum RCE and matching impedances is included in Annex D.

NOTE 2: Assessment for a new PRU is performed on all approved PTUs at the time of certification.

Table 3 – Minimum RCE (percent and dB) between PRU and PTU

RCE stated as '% (dB)'

	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4	Category 5	Category 6	Category 7
Class 1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Class 2	N/A	74 (-1,3)	74 (-1,3)	N/A	N/A	N/A	N/A
Class 3	N/A	74 (-1,3)	74 (-1,3)	76 (-1,2)	N/A	N/A	N/A
Class 4	N/A	50 (-3)	65 (-1,9)	73 (-1,4)	76 (-1,2)	N/A	N/A
Class 5	N/A	40 (-4)	60 (-2,2)	63 (-2)	73 (-1,4)	76 (-1,2)	N/A