

## IoT ネットワーク向け有線通信インタフェース(広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」))

## I. &lt;概要&gt;

本標準は、IoT ネットワーク向け有線通信プロトコルの一つである、広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」)の物理層(PHY)及びメディアアクセス層(MAC)における仕様を規定した文書である。

## II. &lt;参考&gt;

## 1. 国際勧告等との関係

- ・本標準は、「HD-PLC」が規定する広帯域 PLC 仕様を原標準としており、同仕様は、IEEE 1901 の作業部会に提案され、IEEE 1901-2020 における Wavelet OFDM PLC 方式として認定されたものである。
- ・本標準に規定する共存方式 (ISP) は、IEEE 1901-2020 の SCW(Single Channel Wavelet) および SCW と相互接続性のある FCW(Flexible Channel Wavelet) において必須仕様として規定されており、ITU-T G.9972 が規定する共存仕様とも同一の仕様である。なお、本共存仕様の同一性に関しては、米国 NIST IR 7862 にて勧告化されている。

## 2. 国際勧告等との相互接続性等

本標準と IEEE 1901-2020 を実装した機器の相互接続性は、認証団体である HD-PLC アライアンスが認証を行う。  
HD-PLC アライアンスは、IEEE 標準化委員会 のメンバー団体であり、本標準に関して同委員会と TTC との連携の窓口を担う。

## 3. 関連する TTC 標準

JJ-300.21 : ECHONET Lite 向けホームネットワーク通信インタフェース (広帯域 Wavelet OFDM PLC (「HD-PLC」) 省電力化用拡張機能)

## 4. 改定の履歴

版数	改定日	改定内容
1	2013 年 11 月 14 日	制定
1.1	2013 年 12 月 9 日	原文の Word 文書を PDF に変換時に図が変形していたため PDF 版を訂正。 (PDF 版の P.188 図 13.15 の "Output composite waveform of IDWT" の図を訂正。Word 版は変更無しであるが、1.1 版化し、本改訂履歴を追記。)
2.0	2022 年 2 月 24 日	全体を通じて、第 4 世代「HD-PLC」に関する記述を追加。 文書名を変更。参照する IEEE 規格を IEEE 1901-2020 へ変更。 13 章のタイトルを Single Channel Wavelet (SCW) PHY レイヤーへ変更。 14 章 Flexible Channel Wavelet (FCW) PHY レイヤーを追加。 16 章 Extended Inter system protocol (E-ISP) を追加。 Annex D マルチホップ通信を追加。 他、フレームフォーマット等の記述を一部追加・修正。

## 5. 標準作成部門

第1版:次世代ホームネットワークシステム専門委員会

第2版:IoT エリアネットワーク専門委員会

## Ⅲ. <目次>

### 目次

<参考>	11
1 イントロダクション	12
1.1 スコープ	12
1.2 本仕様書の記載ルール	12
2 参考規格	13
3 用語の説明	13
4 略語	18
5 概説	21
5.1 「HD-PLC」ネットワークの構成要素	21
5.1.1 端末タイプ (Station types :STA)	21
5.1.2 Basic Service Set (BSS)	21
5.1.3 エリアコンセプト	21
5.2 サービスの概要	23
5.2.1 アクセス制御とデータ機密性サービス	23
5.2.2 信頼性がある MSDU 配信	23
5.2.3 QoS サポート	24
5.3 リファレンスモデル	24
5.3.1 MAC サブレイヤー	25
5.3.2 PHY レイヤー	25
5.3.3 MAC サブレイヤー管理エンティティ (MAC Sublayer Management Entity : MLME)	25
5.3.4 PHY レイヤー管理エンティティ (PHY Layer Management Entity : PLME)	25
5.3.5 端末管理エンティティ (Station Management Entity : SME)	26
5.4 セキュリティ	26
5.5 複数ネットワーク対応	26
6 MAC サービスの定義	27
7 フレームフォーマット	28
7.1 MAC フレームフォーマット	28
7.1.1 規定	28
7.1.2 SCW フレームフォーマット	29
7.1.3 SCW フレームフィールド	29
7.1.4 サブフレーム内部の連結フォーマット	36
7.2 個別のフレームタイプのフォーマット	38
7.2.1 SCW データフレーム	38

7.2.2	SCW ビーコン フレーム .....	42
7.2.3	SCW ACK フレーム .....	57
7.2.4	SCW チャネルエスティメーション要求フレーム .....	59
7.2.5	SCW チャネルエスティメーション応答フレーム .....	61
7.2.6	SCW 管理フレーム .....	65
7.3	管理情報 .....	66
7.3.1	認証メッセージ .....	68
7.3.2	チャネルエスティメーションメッセージ .....	73
7.3.3	NEK アップデート メッセージ .....	73
7.3.4	ISP 情報通知 .....	75
7.3.5	ベンダー固有メッセージ .....	82
7.4	FCW フレームフォーマット .....	83
7.4.1	FCW フレームフォーマット .....	83
7.4.2	サブフレームの連結 .....	86
7.4.3	サブフレーム内の連結フォーマット .....	86
7.4.4	FCW データフレームフォーマット .....	86
7.4.5	FCW ビーコンフレームフォーマット .....	86
7.4.6	FCW ACK フレームフォーマット .....	87
7.4.7	FCW チャネル推定要求 (RCE) フレームフォーマット .....	87
7.4.8	FCW チャネル推定応答 (CER) フレームフォーマット .....	87
7.4.9	FCW 管理フレーム .....	88
8	セキュリティ .....	89
8.1	概要 .....	89
8.1.1	セキュリティ方法 .....	89
8.2	暗号鍵と Nonce .....	89
8.2.1	ペアワイズ鍵(PWK) .....	89
8.2.2	ペアワイズ パスワード(PPW) .....	90
8.2.3	ネットワーク暗号鍵 .....	90
8.2.4	ネットワーク暗号パスワード .....	90
8.2.5	Nonce .....	90
8.3	ペアワイズセキュリティネットワーク (PSN) データ機密性プロトコル .....	90
8.3.1	PSN association (PSNA) CBC 概要 .....	90
8.3.2	データボディ暗号化ビットオーダー .....	91
8.3.3	初期化ベクトル生成とビットオーダー .....	91
8.3.4	PSNA CBC サブフレームフォーマット .....	91
8.3.5	PSNA CBC モードの暗号のカプセル化 .....	92
8.4	共有鍵 PSNA .....	95
8.4.1	概要 .....	95
8.4.2	暗号鍵と Nonce .....	95

8.4.3	PWK の共有方法.....	96
8.4.4	認証方法.....	97
8.4.5	ペイロード暗号化.....	98
8.4.6	STA の認証解除.....	99
8.4.7	ネットワーク暗号鍵の更新.....	99
8.5	ペイロード暗号化.....	101
8.5.1	暗号化アルゴリズム.....	101
8.5.2	ネットワーク暗号鍵インデックス.....	101
8.5.3	暗号化されたペイロードメッセージ.....	101
9	MAC サブレイヤー機能.....	102
9.1	MAC アーキテクチャー.....	102
9.1.1	衝突回避キャリアセンス多重アクセス(CSMA/CA).....	102
9.1.2	連結とフラグメンテーション概要.....	102
9.2	プライオリティ CSMA/CA に基づく IFS.....	102
9.2.1	インター フレーム スペース(Inter-frame space : IFS).....	103
9.2.2	キャリア センス メカニズム.....	103
9.2.3	メディア アクセス メカニズム.....	104
9.2.4	ACK (Acknowledgments).....	105
9.2.5	NAV.....	106
9.2.6	衝突(collisions).....	107
9.2.7	CSMA/CA アクセス手順.....	107
9.2.8	優先制御を備えた CSMA/CA.....	112
9.3	DVTP.....	113
9.3.1	基本的なアクセス構造.....	114
9.3.2	ACK (Acknowledgments).....	115
9.3.3	NAV.....	116
9.3.4	ランダムバックオフ.....	117
9.3.5	調停制御(Arbitration Control).....	118
9.3.6	端末 ID (Station ID : STID) 管理.....	120
9.3.7	プライオリティ.....	122
9.4	連結 (Concatenation).....	122
9.4.1	サブフレーム連結.....	122
9.4.2	アグリゲーション型のデータボディフォーマット.....	123
9.4.3	シングル MSDU のデータボディフォーマット.....	124
9.5	信頼性があるフレーム伝送.....	125
9.5.1	シーケンス番号.....	125
9.5.2	ACK フレーム応答.....	125
9.5.3	再送.....	125
9.6	双方向送信 (Bidirectional Transmission).....	126

9.7	順序制御機能	128
9.7.1	順序制御: Reorder あり	128
9.7.2	順序制御: Reorder なし	128
9.7.3	重複チェック	129
9.8	リンクステータス機能	129
9.9	ブロードキャスト・マルチキャスト通信	130
9.9.1	多重送信機能	130
9.9.2	ユニキャスト変換機能	131
9.10	チャンネルエスティメーション機能	133
9.10.1	基本手順	133
9.10.2	トーンマップの開放	134
9.10.3	実行基準	134
9.10.4	チャンネルエスティメーション実施制限 (Informative)	135
9.11	FCW チャンネル選択	135
9.11.1	初期の動作モードとチャンネル	135
9.11.2	動作モードとチャンネルの変更	135
9.11.3	最適な動作モードとチャンネルの選択	135
9.11.4	チャンネル選択の高度化の例	135
9.12	複数ネットワーク管理	135
9.12.1	隣家ネットワーク間の同期	135
9.12.2	BSS 間のビーコン同期	137
9.13	Class capability 情報による機能 Switching	140
9.13.1	概要	140
9.13.2	Class-1, 2, and class-3 Capabilities	142
9.13.3	Class-4 機能	145
10	レイヤー管理	147
10.1	管理モデルの概要	147
10.2	MLME SAP インタフェース	148
10.3	PLME SAP インタフェース	148
11	MLME	149
11.1	BSS システム	149
11.1.1	同期	149
11.1.2	BSS でのビーコン生成	149
11.1.3	スキャン	150
11.1.4	ビーコン受信	151
11.2	端末登録および認証	151
11.2.1	端末登録	151
11.2.2	端末認証手順	152
11.2.3	認証解除手順	156

11.3	同期	159
11.3.1	NTB 同期の維持	160
11.3.2	精度	160
11.4	パワーマネジメント	160
12	PHY サービス仕様	161
12.1	スコープ	161
12.2	PHY サービス	161
12.3	PHY プリミティブ	161
12.3.1	概要	161
12.3.2	Vector	162
12.3.3	PHY-SAP 詳細機能仕様	164
13	SINGLE CHANNEL WAVELET (SCW) PHY レイヤー	171
13.1	SCW OFDM システム	171
13.1.1	特徴	171
13.1.2	PHY 機能	171
13.2	特定の機能パラメータリスト	172
13.2.1	イントロダクション	172
13.2.2	TXVECTOR パラメータ	173
13.2.3	RXVECTOR パラメータ	173
13.3	PLCP サブレイヤー	174
13.3.1	イントロダクション	174
13.3.2	PLCP フレームフォーマット	174
13.4	PHY エンコーダ	178
13.4.1	RCE フレームのジェネレータ	178
13.4.2	スクランブラ (Scrambler)	178
13.4.3	接続エンコーダ	179
13.4.4	低密度パリティ検査多項式によって定義された畳み込み符号	181
13.4.5	SCW OFDM プロセス	188
13.5	PMD	229
13.5.1	送信機と受信機のブロック図	229
13.5.2	主な仕様	231
13.5.3	相対的な送信パワーレベル	231
13.5.4	送信スペクトラム	231
13.5.5	ノッチ及びパワーコントロール	236
13.5.6	システムクロック周波数許容誤差	240
13.6	PLME	240
13.6.1	PLME_SAP サブレイヤー管理プリミティブ	240
13.6.2	PHY MIB	240
13.6.3	TXTIME 計算	242

13.7	PMD サブレイヤー機能	242
13.7.1	適用範囲	242
13.7.2	機能概要	242
13.7.3	インタラクション概要	243
13.7.4	基本機能とオプション	243
13.7.5	PMD_SAP 詳細機能仕様	244
14	FLEXIBLE CHANNEL WAVELET (FCW) PHY レイヤー	248
14.1	概要	248
14.1.1	特性	248
14.1.2	PHY 機能	248
14.1.3	サービス仕様方法	249
14.1.4	SCW および FCW の MAC パラメータ	249
14.2	PLCP サブレイヤー	251
14.2.1	イントロダクション	251
14.2.2	PLCP フレームフォーマット	251
14.3	PHY エンコーダー	255
14.3.1	RCE フレームの生成	255
14.3.2	スクランブラー	255
14.3.3	接続エンコーダー	256
14.3.4	インターリーバ	256
14.3.5	低密度パリティ検査多項式で定義される畳み込み符号	256
14.3.6	FEC タイプフィールド	256
14.3.7	FCW のプロセス	256
14.4	PMD	309
14.4.1	FCW 送受信器のブロック図	309
14.4.2	主な仕様	310
14.4.3	相対的な送信パワーレベル	310
14.4.4	送信スペクトル	310
14.4.5	ノッチおよびパワー制御	311
14.4.6	システムクロック周波数許容誤差	311
14.5	PLME	311
14.5.1	PLME-SAP サブレイヤー管理プリミティブ	311
14.5.2	PHY MIB	311
14.5.3	TXTIME の算出	311
14.6	PMD サブレイヤー機能	311
14.6.1	適用範囲	311
14.6.2	機能概要	312
14.6.3	インタラクションの概要	312
14.6.4	基本機能とオプション	312

14.6.5	PMD_SAP の詳細な機能仕様	313
15	INTER SYSTEM PROTOCOL (ISP)	315
15.1	ISP 概要	315
15.1.1	共存信号	315
15.1.2	ネットワーク状態	315
15.1.3	リソース 割り当て	315
15.1.4	起動と再同期手続き	316
15.1.5	パワーコントロール	316
15.2	共存信号定義	316
15.2.1	信号生成	317
15.2.2	位相ベクトル	319
15.2.3	Power sync point	321
15.3	共存信号スキーム	322
15.3.1	ISP Window	322
15.3.2	ISP Field	324
15.3.3	ネットワーク状態	326
15.4	共存リソース	327
15.4.1	ISP 共存リソース	327
15.4.2	パラメータ	329
15.4.3	ISP FDM/TDM モード	330
15.5	ISP リソース割り当て	330
15.5.1	Access システム用の TDM リソース 割り当て ガイドライン	330
15.5.2	一般的な TDM リソース 割り当て ガイドライン	331
15.6	起動とリシンク(再同期)手順	331
15.6.1	起動手順	331
15.6.2	ISP リシンク(再同期)手順	333
15.7	ISP EMI コントロール手順	335
15.8	ISP タイムスロット再利用	336
15.9	一般的な管理メッセージ	336
15.9.1	状態表示メッセージ	336
15.9.2	再同期メッセージ	337
15.10	信号の送信および検出	339
15.10.1	信号送信	339
15.10.2	信号検出	340
16	EXTENDED INTER SYSTEM PROTOCOL (E-ISP)	341
16.1	E-ISP 概要	341
16.1.1	共存信号	341
16.1.2	ネットワークステータス	341
16.1.3	リソース割り当て	341

16.1.4	起動および再同期の手順	341
16.2	共存信号の定義	341
16.2.1	信号の生成	341
16.2.2	位相ベクトル	342
16.2.3	Sync point	342
16.3	共存信号のスキーム	342
16.3.1	E-ISP ウィンドウ	342
16.3.2	E-ISP フィールド	343
16.4	共存リソース	345
16.4.1	E-ISP 共存リソース	346
16.4.2	パラメータ	347
16.4.3	E-ISP の FDM/TDM モード	347
16.5	E-ISP リソース割り当て	347
16.5.1	Access システム用の TDM リソース割り当て	347
16.5.2	一般的な TDM リソース割り当て	347
16.6	起動と再同期の手順	348
16.7	EMI 制御手順	348
16.8	タイムスロットの再利用	348
16.9	一般的な管理メッセージ	348
16.10	信号の送信および検出	348
ANNEX A	ブリッジ	349
A.1	ブリッジネットワーク	349
A.2	ブリッジ操作	349
A.3	送信先テーブル作成手順例	350
ANNEX B	リモートコントロール	352
B.1	機能	352
B.2	フレームフォーマット	352
B.2.1	リモートコントロール要求メッセージ	352
B.2.2	リモートコントロール応答メッセージ	353
ANNEX C	簡単設定	355
C.1	機能	355
C.1.1	登録	355
C.1.2	認証	356
C.2	フレームフォーマット	357
C.2.1	簡単設定メッセージ	357
ANNEX D	マルチホップ通信	368

Wire-line Communication Interface for IoT network (Broadband Wavelet OFDM PLC (HD-PLC) )

I . <Overview>

This standard specifies the physical layer (PHY) and media access control layer (MAC) of the broadband Wavelet OFDM PLC (HD-PLC), which is one of the wire-line communication protocols for IoT networks.

II . <References>

1. Relation with International Recommendations

- This standard is based on the specification of HD-PLC, which was proposed to IEEE 1901 Working Group and was approved as a part of baseline technologies of IEEE 1901-2020.
- Additionally, its coexistence specification (ISP) is specified as mandatory in SCW (Single Channel Wavelet) and FCW (Flexible Channel Wavelet) interconnected with SCW in IEEE 1901-2020. It is defined not only in IEEE 1901 but also in ITU-T G.9972, and the sameness of these specifications is specified in NIST IR 7862.

2. Interoperability with other International Standards

The HD-PLC Alliance certifies the interoperability of devices that IEEE 1901-2020 specification is implemented.

The Alliance is an advanced member of the IEEE Standard Association and is the contact point for a cooperation partnership between IEEE SA and TTC regarding this standard.

3. Related TTC Standards

JJ-300.21: Home network Communication Interface for ECHONET Lite (Low Power Extension for Broadband Wavelet OFDM PLC (HD-PLC) )

4. Change History

Version	Date	Outline
1	Nov. 14, 2013	Published
1.1	Dec. 9, 2013	Revised a figure in PDF document.
2.0	Feb. 24, 2022	Added description about 4th generation HD-PLC. Renamed the title of the document. Changed the referenced IEEE standard to IEEE 1901-2020. Changed Chapter 13 to "Single Channel Wavelet (SCW) PHY layer". Added Chapter 14 "Flexible Channel Wavelet (FCW) PHY layer". Added Chapter 16 "Extended Inter system protocol (E-ISP)". Added Annex D "Multi-hop communication". In addition, some descriptions such as frame format have been added and/or corrected.

5. Working Group that developed this standard

The 1st edition: TTC Next-generation Home Network Systems Working Group

The 2nd edition: TTC IoT Area Network Working Group

III. <Table of contents>

Contents

<REFERENCE>	11
1 INTRODUCTION	12
1.1 Scope	12
1.2 Rules on description in this specification	12
2 REFERENCE STANDARDS	13
3 DEFINITIONS	13
4 ABBREVIATIONS	18
5 GENERAL DESCRIPTION	21
5.1 Components of the HD-PLC network	21
5.1.1 Station (STA) types	21
5.1.2 Basic Service Set (BSS)	21
5.1.3 Area concepts	21
5.2 Overview of the services	23
5.2.1 Access control and data confidentiality service	23
5.2.2 Reliable MSDU delivery	23
5.2.3 QoS support	24
5.3 Reference Model	24
5.3.1 MAC Sublayer	25
5.3.2 PHY Layer	25
5.3.3 MAC Sublayer Management Entity (MLME)	25
5.3.4 PHY Layer Management Entity (PLME)	25
5.3.5 Station Management Entity (SME)	26
5.4 Security	26
5.5 Multiple Network Support	26
6 MAC SERVICE DEFINITION	27
7 FRAME FORMATS	28
7.1 MAC frame formats	28
7.1.1 Conventions	28
7.1.2 General frame format	29
7.1.3 Frame fields	29
7.1.4 Concatenation format inside subframes	36
7.2 Format of individual frame types	38
7.2.1 SCW Data frame	38

7.2.2	SCW Beacon frame .....	42
7.2.3	SCW ACK frame .....	57
7.2.4	SCW Request Channel Estimation (RCE) frame .....	59
7.2.5	SCW Channel Estimation Response (CER) frame .....	61
7.2.6	SCW Management frame .....	65
7.3	Management Messages .....	66
7.3.1	Authentication messages .....	68
7.3.2	Channel Estimation messages .....	73
7.3.3	NEK update messages .....	73
7.3.4	ISP Information Indication .....	75
7.3.5	Vendor specific messages .....	82
7.4	FCW frame formats .....	83
7.4.1	FCW frame formats .....	83
7.4.2	Concatenation of subframes .....	86
7.4.3	Concatenation format inside subframes .....	86
7.4.4	FCW Data frame formats .....	86
7.4.5	FCW Beacon frame formats .....	86
7.4.6	FCW ACK frame formats .....	87
7.4.7	FCW Request Channel Estimation (RCE) frame formats .....	87
7.4.8	FCW Channel Estimation Response (CER) frame formats .....	87
7.4.9	FCW Management frame .....	88
8	SECURITY .....	89
8.1	Overview .....	89
8.1.1	Security methods .....	89
8.2	Encryption Keys and Nonce .....	89
8.2.1	Pairwise Key(PWK) .....	89
8.2.2	Pairwise Password(PPW) .....	90
8.2.3	Network Encryption Key .....	90
8.2.4	Network Encryption Password .....	90
8.2.5	Nonce .....	90
8.3	Pairwise security network (PSN) data confidentiality protocol .....	90
8.3.1	PSN association (PSNA) CBC overview .....	90
8.3.2	DataBody encryption bit order .....	91
8.3.3	Initialization vector generation and bit order .....	91
8.3.4	PSNA CBC subframe format .....	91
8.3.5	PSNA CBC mode cryptographic encapsulation .....	92
8.4	Shared key PSNA .....	95
8.4.1	Overview .....	95
8.4.2	Encryption keys and nonce .....	95

8.4.3	Methods for sharing PWK.....	96
8.4.4	Authentication method.....	97
8.4.5	Payload encryption.....	98
8.4.6	Deauthentication of STA.....	99
8.4.7	Network encryption key update.....	99
8.5	Payload Encryption.....	101
8.5.1	Encryption algorithm.....	101
8.5.2	Network Encryption Key Index.....	101
8.5.3	Encrypted Payload Message.....	101
9	MAC SUBLAYER FUNCTIONAL DESCRIPTION.....	102
9.1	MAC architecture.....	102
9.1.1	Carrier sense multiple access with collision avoidance (CSMA/CA).....	102
9.1.2	Concatenation and fragmentation overview.....	102
9.2	IFS based prioritized CSMA/CA.....	102
9.2.1	Inter-frame space (IFS).....	103
9.2.2	Carrier Sense mechanism.....	103
9.2.3	Medium Access Mechanism.....	104
9.2.4	ACK (Acknowledgments).....	105
9.2.5	NAV.....	106
9.2.6	Collisions.....	107
9.2.7	CSMA/CA access procedure.....	107
9.2.8	CSMA/CA with Priority Control.....	112
9.3	DVTP.....	113
9.3.1	Basic Access Mechanism.....	114
9.3.2	ACK (Acknowledgments).....	115
9.3.3	NAV.....	116
9.3.4	Random Backoff.....	117
9.3.5	Arbitration Control.....	118
9.3.6	Station ID (STID) Management.....	120
9.3.7	Priority.....	122
9.4	Concatenation.....	122
9.4.1	Sub-frame Concatenation.....	122
9.4.2	Data body format of aggregated type.....	123
9.4.3	Data Body format of Single MSDU.....	124
9.5	Reliable frame delivery.....	125
9.5.1	Sequence Number.....	125
9.5.2	ACK frame reply.....	125
9.5.3	Retransmission.....	125
9.6	Bidirectional Transmission.....	126

9.7	Reordering function .....	128
9.7.1	Reordering.....	128
9.7.2	No reordering .....	128
9.7.3	Duplication check .....	129
9.8	Link status function.....	129
9.9	Broadcast/Multicast communication.....	130
9.9.1	Multiple transmission .....	130
9.9.2	Unicast conversion .....	131
9.10	Channel Estimation Function .....	133
9.10.1	Basic Procedure .....	133
9.10.2	Tone map release .....	134
9.10.3	Execution Standards.....	134
9.10.4	Restrictions on Channel Estimation Execution (Informative).....	135
9.11	FCW Channel selection.....	135
9.11.1	Initial channel and mode of operation.....	135
9.11.2	Changing channel and mode of operation.....	135
9.11.3	Selection of optimum channel and mode of operation.....	135
9.11.4	Example of intelligent channel selection (informative).....	135
9.12	Multiple Network Operation.....	135
9.12.1	Synchronization among neighbor networks .....	135
9.12.2	Beacon synchronization among BSSs .....	137
9.13	Function Switching by Class capability information.....	140
9.13.1	Overview.....	140
9.13.2	Class-1, 2, and class-3 Capabilities.....	142
9.13.3	Class-4 Functions .....	145
10	LAYER MANAGEMENT.....	147
10.1	Overview of management model.....	147
10.2	MLME SAP interface.....	148
10.3	PLME SAP interface .....	148
11	MLME .....	149
11.1	BSS System .....	149
11.1.1	Synchronization.....	149
11.1.2	Beacon generation in BSS .....	149
11.1.3	Scanning.....	150
11.1.4	Beacon reception.....	151
11.2	Station registration and authentication .....	151
11.2.1	Station registration .....	151
11.2.2	Procedure for station authentication.....	152
11.2.3	Procedure for Deauthentication.....	156

11.3	Synchronization.....	159
11.3.1	Maintaining NTB synchronization .....	160
11.3.2	Accuracy .....	160
11.4	Power management .....	160
12	PHY SERVICE SPECIFICATION .....	161
12.1	Scope .....	161
12.2	PHY functions.....	161
12.3	PHY Primitives .....	161
12.3.1	Overview.....	161
12.3.2	Vector descriptions.....	162
12.3.3	PHY-SAP detailed service specification.....	164
13	SINGLE CHANNEL WAVELET (SCW) PHYSICAL LAYER.....	171
13.1	SCW OFDM system.....	171
13.1.1	Characteristics.....	171
13.1.2	PHY functions .....	171
13.2	Specific service parameter list .....	172
13.2.1	Introduction.....	172
13.2.2	TXVECTOR parameters.....	173
13.2.3	RXVECTOR parameters.....	173
13.3	PLCP sublayer.....	174
13.3.1	Introduction.....	174
13.3.2	PLCP frame format.....	174
13.4	PHY encoder .....	178
13.4.1	Generator for RCE frame .....	178
13.4.2	Scrambler.....	178
13.4.3	Concatenated encoder .....	179
13.4.4	Convolutional Codes defined by low density parity check polynomials.....	181
13.4.5	SCW OFDM process.....	188
13.5	PMD .....	229
13.5.1	Block diagram of the transmitter and receiver .....	229
13.5.2	Major specifications .....	231
13.5.3	Transmission relative power levels .....	231
13.5.4	Transmission spectrum.....	231
13.5.5	Notch and power control .....	236
13.5.6	System clock frequency tolerance .....	240
13.6	PLME.....	240
13.6.1	PLME_SAP sublayer management primitives.....	240
13.6.2	PHY MIB .....	240
13.6.3	TXTIME calculation.....	242

13.7	PMD sublayer service.....	242
13.7.1	Scope and field of application.....	242
13.7.2	Overview of service.....	242
13.7.3	Overview of interactions.....	243
13.7.4	Basic service and options.....	243
13.7.5	PMD_SAP detailed service specification.....	244
14	FLEXIBLE CHANNEL WAVELET (FCW) PHYSICAL LAYER.....	248
14.1	Overview.....	248
14.1.1	Characteristics.....	248
14.1.2	PHY functions.....	248
14.1.3	Service specification method.....	249
14.1.4	SCW and FCW MAC parameters.....	249
14.2	PLCP sublayer.....	251
14.2.1	Introduction.....	251
14.2.2	PLCP frame format.....	251
14.3	PHY encoder.....	255
14.3.1	RCE frame generation.....	255
14.3.2	Scrambler.....	255
14.3.3	Concatenated encoder.....	256
14.3.4	Interleaver.....	256
14.3.5	Convolutional Codes defined by low density parity check polynomials.....	256
14.3.6	FEC type field.....	256
14.3.7	FCW process.....	256
14.4	PMD.....	309
14.4.1	Block diagram of the FCW transmitter and receiver.....	309
14.4.2	Major specifications.....	310
14.4.3	Transmission relative power levels.....	310
14.4.4	Transmission spectrum.....	310
14.4.5	Notch and power control.....	311
14.4.6	System clock frequency tolerance.....	311
14.5	PLME.....	311
14.5.1	PLME-SAP sublayer management primitives.....	311
14.5.2	PHY MIB.....	311
14.5.3	TXTIME calculation.....	311
14.6	PMD sublayer service.....	311
14.6.1	Scope and field of application.....	311
14.6.2	Overview of service.....	312
14.6.3	Overview of interactions.....	312
14.6.4	Basic service and options.....	312

14.6.5	PMD_SAP detailed service specification .....	313
15	INTER SYSTEM PROTOCOL (ISP).....	315
15.1	ISP overview.....	315
15.1.1	Coexistence signaling.....	315
15.1.2	Network status.....	315
15.1.3	Resource allocation.....	315
15.1.4	Start-up and resynchronization procedures.....	316
15.1.5	Power control.....	316
15.2	Coexistence signal definition .....	316
15.2.1	Signal generation.....	317
15.2.2	Phase vectors .....	319
15.2.3	Power sync point .....	321
15.3	Coexistence signaling scheme.....	322
15.3.1	ISP Window.....	322
15.3.2	ISP Field .....	324
15.3.3	Network status.....	326
15.4	Coexistence resources .....	327
15.4.1	ISP Coexistence resources .....	327
15.4.2	Parameters.....	329
15.4.3	ISP FDM/TDM modes.....	330
15.5	ISP resource allocation.....	330
15.5.1	TDM resource allocation guidelines for the access systems.....	330
15.5.2	TDM general resource allocation guidelines.....	331
15.6	Start-up and resynchronization procedures.....	331
15.6.1	Start-up procedure.....	331
15.6.2	ISP Resynchronization procedure .....	333
15.7	ISP EMI control procedures .....	335
15.8	ISP time slot reuse .....	336
15.9	Generic management messages .....	336
15.9.1	State indication messages.....	336
15.9.2	Resynchronization messages .....	337
15.10	Signal transmission and detection .....	339
15.10.1	Signal transmission.....	339
15.10.2	Signal detection.....	340
16	EXTENDED INTER SYSTEM PROTOCOL (E-ISP).....	341
16.1	E-ISP overview.....	341
16.1.1	Coexistence signaling.....	341
16.1.2	Network status.....	341
16.1.3	Resource allocation.....	341

16.1.4	Start-up and resynchronization procedures .....	341
16.2	Coexistence signal definition .....	341
16.2.1	Signal generation .....	341
16.2.2	Phase vectors .....	342
16.2.3	Power sync point .....	342
16.3	Coexistence signaling scheme.....	342
16.3.1	E-ISP Window.....	342
16.3.2	E-ISP Field.....	343
16.4	Coexistence resources .....	345
16.4.1	ISP Coexistence resources .....	346
16.4.2	Parameters .....	346
16.4.3	ISP FDM/TDM modes.....	347
16.5	ISP resource allocation.....	347
16.5.1	TDM resource allocation guidelines for the access systems .....	347
16.5.2	TDM general resource allocation guidelines.....	347
16.6	Start-up and resynchronization procedures.....	348
16.7	ISP EMI control procedures .....	348
16.8	ISP time slot reuse .....	348
16.9	Generic management messages .....	348
16.10	Signal transmission and detection .....	348
ANNEX A	BRIDGING.....	349
A.1	Bridge Network.....	349
A.2	Bridge Operation.....	349
A.3	Example of procedure for destination table creation .....	350
ANNEX B	REMOTE CONTROL.....	352
B.1	Function Description.....	352
B.2	Frame Formats .....	352
B.2.1	Remote Control Request message .....	352
B.2.2	Remote Control Response message .....	353
ANNEX C	EASY CONNECTION.....	355
C.1	Function Description.....	355
C.1.1	Registration .....	355
C.1.2	Authentication.....	356
C.2	Frame Formats .....	357
C.2.1	Easy Connection Message .....	357
ANNEX D	MULTI-HOP COMMUNICATION.....	368