



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۱۲۳-۱

چاپ اول

۱۳۹۴



دارای محتوای رنگی

INSO

19123-1

1st.Edition

2015

فناوری اطلاعات - شبکه توری با انرژی
کارا با قابلیت بیکن بی سیم (WiBEEM)
برای خدمات شبکه خانگی بی سیم -
قسمت ۱: لایه فیزیکی

**Information technology – Wireless
beacon-enabled energy efficient mesh
network (WiBEEM) for wireless home
network services –
Part 1: PHY layer**

ICS: 35.110; 35.200; 35.240.99

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.org>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.org>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فناوری اطلاعات - شبکه توری با انرژی کارا با قابلیت بیکن بی سیم (WiBEEM) برای خدمات

شبکه خانگی بی سیم - قسمت ۱: لایه فیزیکی»

سمت و / یا نمایندگی:

کارشناس خبره مخابرات

رئیس:

سپینتا، دانش

(دکترای ریاضی)

دبیر:

فرمان آرا، شایسته

کارشناس استاندارد سازمان ملی استاندارد ایران

(کارشناسی مهندسی کامپیوتر، نرم افزار)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدرس کانون زبان ایران

بابایی، سارا

(کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، شبکه‌های

کامپیوتری)

کارشناس

حسینی کرباسی، امیر

(کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات، شبکه‌های

کامپیوتری)

مدرس دانشگاه پیام نور

سولاری اصفهانی، ندا

(کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات،

شبکه‌های کامپیوتری)

کارشناس

طهوری، سامان

(کارشناس ارشد مهندسی فناوری اطلاعات،

شبکه‌های کامپیوتری)

کارشناس مخابرات

فرمان آرا، نفیسه

(کارشناسی مهندسی برق)

کارشناس استاندارد

فرهاد شیخ احمد، لیلا

(کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، نرم افزار)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه نوشت‌ها
۱	۱-۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها
۷	3- قراردادها
۷	۴ انطباق
۷	۵ مرور کلی بر فناوری WiBEEM
۷	۱-۵ توصیف کلی
۹	۲-۵ کارکردها و توصیف‌های انواع افزارها
۹	۳-۵ مرور کلی بر کارکرد WiBEEM
۹	۱-۳-۵ کلیات
۹	۲-۳-۵ ساختار ابرقاب WiBEEM
۱۰	۳-۳-۵ مدل انتقال داده
۱۳	۶ ویژگی‌های لایه PHY
۱۳	۱-۶ کلیات
۱۳	۲-۶ الزامات کلی و تعاریف
Error! Bookmark not defined.	۱-۲-۶ به طور کلی
۱۳	۲-۲-۶ گستره بسامد عملیاتی
۱۴	۳-۲-۶ واگذاری (مجرا) کانال‌ها و شماره گذاری
۱۵	۴-۲-۶ اندازه گیری قدرت RF
۱۵	۵-۲-۶ توان انتقال
۱۵	۶-۲-۶ گسیل جعلی خارج از باند
۱۵	۷-۲-۶ تعاریف حساسیت گیرنده
۱۶	۳-۶ ویژگی‌های خدمات PHY
۱۶	۱-۳-۶ کلیات
۱۶	۲-۳-۶ خدمت داده PHY
۲۰	۳-۳-۶ خدمت مدیریت PHY

۳۰	۴-۳-۶ توصیف بر شمارش PHY
۳۱	۴-۶ قالب PPDU
۳۱	۴-۶-۱ کارکرد
۳۱	۴-۶-۲ قالب بسته عمومی
۳۳	۵-۶ ثابت‌های PHY و صفات PIB
۳۳	۵-۶-۱ کارکرد
۳۳	۵-۶-۲ ثابت‌های PHY
۳۳	۵-۶-۳ صفات PHY PIB
۳۴	۶-۶ مشخصات PHY ۴۵۰ MHz ۲
۳۴	۶-۶-۱ الزامات
۳۵	۶-۶-۲ نرخ داده
۳۵	۶-۶-۳ مدوله سازی و گسترش
۳۸	۶-۷ ویژگی‌های رادیویی کلی
۳۸	۶-۷-۱ ویژگی‌های برنامه کاربردی
۳۸	۶-۷-۲ انتظار گذر TX-to-RX
۳۸	۶-۷-۳ انتظار گذر RX-to-TX
۳۹	۶-۷-۴ تعریف بزرگی بردار خطا
۴۰	۶-۷-۵ آستانه بسامد مرکزی انتقال
۴۰	۶-۷-۶ توان انتقال
۴۰	۶-۷-۷ سطح ورودی بیشینه گیرنده سیگنال دلخواه
۴۰	۶-۷-۸ ED گیرنده
۴۰	۶-۷-۹ LQI
۴۱	۶-۷-۱۰ CCA

پیش‌گفتار

استاندارد « فناوری اطلاعات- شبکه توری با انرژی کارا با قابلیت بیکن بی‌سیم (WiBEEM) برای خدمات شبکه خانگی بی‌سیم-قسمت ۱: لایه فیزیکی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در سیصد و هفتاد و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فناوری اطلاعات مورخ ۱۳۹۴/۱/۳۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران صادر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO/IEC 29145-1:2014, Information technology – Wireless beacon-enabled energy efficient mesh-network (WiBEEM) for wireless home network services – Part 1: PHY layer

فناوری اطلاعات - شبکه توری با انرژی کارا با قابلیت بیکن بی سیم (WiBEEM) برای خدمات شبکه خانگی بی سیم - قسمت ۱: لایه فیزیکی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین لایه فیزیکی (PHY) پروتکل شبکه توری با انرژی کارا با قابلیت بیکن بی سیم (WiBEEM)^۱ برای خدمات شبکه خانگی بی سیم است که از یک همبندی شبکه توری بی سیم کم مصرف همچنین سیار بودن افزاره و کیفیت خدمات (QoS) پشتیبانی می کند.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره تاریخ تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1- ISO/IEC 29145-2, Information technology – Wireless beacon-enabled energy efficient mesh-network (WiBEEM) for wireless home network services – Part 2: MAC layer

۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه نوشت‌ها

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌های زیر به کار می‌رود.

۱-۱-۳

فهرست واپایش دسترسی^۲

جدول استفاده شده به وسیله یک افزاره برای تعیین این که کدام افزاره‌ها اجازه دارند کارکردی^۳ ویژه را شکل کنند.

۲-۱-۳

همبستگی^۴

1 - Wireless beacon-enabled energy efficient mesh-network.

2 -Access control list.

3 - Function.

4 -Association

خدمتی که برای ایجاد عضویت^۱ یک افزاره در یک شبکه توری بی‌سیم استفاده می‌شود.

۳-۱-۳

اصالت سنجی^۲

خدمتی که از آن برای ایجاد هویت یک افزاره به عنوان عضوی از مجموعه افزاره‌هایی که برای ارتباط امن با سایر افزاره‌ها در مجموعه، مجاز شناخته شده‌اند، استفاده می‌شود.

۴-۱-۳

محرمانگی^۳

تضمین این که داده‌های منتقل شده برای طرف‌هایی که مقصود داده‌ها هستند، خصوصی باقی می‌ماند.

۵-۱-۳

هماهنگ کننده^۴

افزاره‌های بی‌سیم که برای فراهم آوردن خدمات هم‌زمان‌سازی از طریق انتقال بیکن‌ها پیکربندی شده‌اند. یاد آوری ۱ به درایه-اگر یک هماهنگ کننده، واپایش گر اصلی یک شبکه توری بی‌سیم باشد، WMC نامیده می‌شود (هماهنگ کننده توری WiBEEM).

۶-۱-۳

یکپارچگی داده

تضمین این که داده‌ها از حالت اصلی‌شان تغییر نکرده‌اند.

۷-۱-۳

افزاره

هستاری شامل یک پیاده‌سازی از برنامه‌های کاربردی WiBEEM، NWK، MAC و واسط فیزیکی به رسانه بی‌سیم است.

۸-۱-۳

قاب

1 -membership
2 -authentication
3 -confidentiality
4 -co-ordinator

قالب داده بیت‌های انبوهش شده^۱ در هستار لایه واپایش دسترسی رسانه (MAC) که با ترتیب ویژه‌ای انتقال یافته است.

۹-۱-۳

بسته

قالب بیت‌های انبوهش شده که در یک ترتیب ویژه در سراسر رسانه فیزیکی منتقل می‌شود.

۱۰-۱-۳

فضای عملیاتی شخصی

فضایی به طور معمول حدود ده متر اطراف یک شخص یا شیء، فرقی نمی‌کند که این شخص یا شیء ساکن یا در حال حرکت است.

۱۱-۱-۳

افزاره قابل حمل

افزاره‌ای که ممکن است از یک مکان به مکان دیگر جابه‌جا شود، اما فقط تنها وقتی که در مکان ثابتی است، از ارتباطات شبکه استفاده می‌کند.

۱۲-۱-۳

واحد داده پروتکل

واحد داده که بین دو هستار هم‌تا، تبادل می‌شوند.

۱۳-۱-۳

تولید عدد شبه تصادفی

فرآیند تولید یک دنباله قطعی از بیت‌ها از یک مرکز داده شده، که در هنگامی که مرکز شناخته شده نیست، خواص آماری یک دنباله تصادفی از بیت‌ها را دارد.

۱۴-۱-۳

واحد داده خدمت

اطلاعات تحویل شده^۲ به عنوان یک واحد، از طریق یک نقطه دسترسی خدمت (SAP)^۳ است.

1 -Aggregated

2 -Delivered

3 -Service access point

۱۵-۱-۳

افزاره پایانی WiBEEM

افزاره WiBEEM که به عنوان افزاره برگ یک شبکه توری عمل می کند.

۱۶-۱-۳

هماهنگ کننده شبکه توری WiBEEM

افزاره WiBEEM که به عنوان واپایش گر اصلی شبکه توری عمل می کند.

یادآوری ۱ به درایه- یک شبکه توری WiBEEM بطوردقیق یک هماهنگ کننده توری WiBEEM دارد.

۱۷-۱-۳

هماهنگ کننده قابل مسیریابی (با قابلیت) WiBEEM

افزاره WiBEEM که به عنوان مسیر یاب شبکه توری عمل می کند.

۱۸-۱-۳

رسانه بی سیم

رسانه ای که برای پیاده سازی انتقال واحدهای داده پروتکل (PDU) ، بین هستارهای لایه فیزیکی همتای یک شبکه توری بی سیم نرخ پایین استفاده می شود.

۲-۳ کوتاه نوشتها

سرنامها و کوتاه نوشتهای ذیل در این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته و به طور عموم در سایر انتشارات صنعتی نیز استفاده می شوند.

AES	Advanced Encryption Standard	استاندارد رمز گذاری پیشرفته
BO	Beacon Order	ترتیب بیکن
BOP	Beacon Only Period	دوره زمانی منحصر به بیکن
BOPL	Beacon Only Period Length	طول دوره زمانی منحصر به بیکن
BPSK	Binary Phase-Shift Keying	کلید زنی جابجایی فاز دودویی
CAP	Contention Access Period	دوره زمانی دسترسی به هم گیری (رقابت)
CBC-MAC	Cipher Block Chaining Message Authentication Code	کد اصالت سنجی پیام زنجیره رمز قالبی
CCA	Clear Channel Assessment	ارزیابی مجرا (کانال) آزاد
CSMA-CA	Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance	دسترسی چند گانه با قابلیت شنود حامل با اجتناب از برخورد

DSP	Deep Sleep Period	دوره زمانی خواب عمیق
ED	Energy Detection	شناسایی انرژی
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	توان تابشی همسانگرد موثر
EVM	Error-Vector Magnitude	بزرگی بردار خطا
ID	Identifier	شناسانه
IFS	Interframe Space or Spacing	فاصله گذاری یا فاصله بین (بینابین) قاب
LLC	Logical Link Control	واپایش پیوند منطقی
LQ	Link Quality	کیفیت پیوند
LQI	Link Quality Indication	نشانه کیفیت پیوند
LPDU	LLC Protocol Data Unit	واحد داده پروتکل LLC
LR-WPAN	Low-Rate Wireless Personal Area Network	شبکه ناحیه‌ای شخصی بی‌سیم کم سرعت
LSB	Least Significant Bit	کم ارزش ترین بیت
MAC	Medium Access Control	واپایش دسترسی به رسانه
MIB	MAC Information Base	پایه اطلاعات MAC
MLME	MAC Layer Management Entity	هستار مدیریت لایه MAC
MLME-SAP	MAC Layer Management Entity-Service Access Point	نقطه دسترسی خدمت هستار مدیریت لایه MAC
MPDU	MAC Protocol Data Unit	واحد داده پروتکل MAC
MSB	Most Significant Bit	با ارزش ترین بیت
MSC	Message Sequence Chart	نمودار دنباله پیام
MSDU	MAC Service Data Unit	واحد داده خدمت MAC
NAA	Next Address Available	نشانی دسترسی پذیر بعدی
NB	Number Of Backoff (periods)	تعداد عقب رقت (دوره زمانی‌های)
O-QPSK	Offset Quadrature Phase-Shift Keying	کلید زنی جابجایی فاز متعامد آفست
PD-SAP	PHY Data Service Access Point	نقطه دسترسی خدمت داده PHY
PDU	Protocol	واحد داده پروتکل

	Data Unit	
PER	Packet Error Rate	نرخ خطای بسته
PHR	PHY Header	سرآیند PHY
PHY	Physical Layer	لایه فیزیکی
PIB	PAN Information Base	پایه اطلاعاتی PAN
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement	بیانیه انطباق پیاده سازی پروتکل
PLME	Physical Layer Management Entity	هستار مدیریت لایه فیزیکی
PLME-SAP	Physical Layer Management Entity-Service Access Point	نقطه دسترسی خدمت هستار مدیریت لایه فیزیکی
PN	Pseudo-Random Noise	نوفه شبه تصادفی
POS	Personal Operating Space	فضای عملیاتی شخصی
PPDU	PHY Protocol Data Unit	واحد داده پروتکل PHY
PQP	Prioritised QoS Period	دوره زمانی QoS اولویت بندی شده
PSD	Power Spectral Density	چگالی طیفی توان
PSDU	PHY Service Data Unit	واحد داده خدمت PHY
QoS	Quality of Service	کیفیت خدمت
RF	Radio Frequency	بسامد رادیویی
RSSI	Received Signal Strength Indication	نمایش قدرت نشانک (سیگنال) دریافتی
RX	Receive or Receiver	دریافت یا گیرنده
SAP	Service Access Point	نقطه دسترسی خدمات
SDL	Specification and Description Language	ویژگی و توصیف زبان
SDU	Service Data Unit	واحد داده خدمت
SFD	Start-of-Frame Delimiter	محدود کننده شروع قالب
SHR	Synchronisation Header	سرآیند همزمان سازی
TRX	Transceiver	فرستنده و گیرنده
TX	Transmit or Transmitter	ارسال یا فرستنده

WED	WiBEEM End Device	افزاره پایانی WiBEEM
WiBEEM	Wireless Beacon-enabled Energy Efficient Mesh network	شبکه توری انرژی کارا با قابلیت بیکن بی سیم
WLAN	Wireless Local Area Network	شبکه منطقه‌ای محلی بی سیم
WM	Wireless Medium	رسانه بی سیم
WMC	WiBEEM Mesh Co-ordinator	هماهنگ کننده توری WiBEEM
WRC	WiBEEM Routable Co-ordinator	هماهنگ کننده قابل مسیریابی (با قابلیت) WiBEEM

۳-۳ قراردادها

تمام لغات موربی که در این استاندارد استفاده شده‌اند، باید تمام نخستینه‌هایی^۱ که در بند ۶ تعیین شده و ثابت‌های مرتبط تعریف شده و ذخیره شده در MIB (پایگاه اطلاعات مدیریت) هر لایه را نشان می دهد را، پیاده سازی کنند.

۴ انطباق

یک افزاره بی سیم که ادعای انطباق با این استاندارد دارد، باید تمام الزامات تعیین شده در بند ۶-۲ را برآورده کند، و باید تمام نخستینه‌های تعیین شده در بند ۶-۳، قالب‌های PPDU در بند ۶-۴، ثابت‌های PHY و صفات PIB در بند ۶-۵، ویژگی‌های PHY در بند ۶-۶ و ویژگی رادیویی کلی در بند ۶-۷ را پیاده سازی کند. هر افزاره WiBEEM باید قادر باشد به عنوان یک WMC، WRC یا یک WED عمل کند. در هنگام عمل کردن در نقش یک WMC، باید به گونه‌ای که در ۵-۳-۲ تعیین شده عمل کند، در هنگام عمل کردن در نقش یک WRC باید به گونه‌ای که در بند ۵-۳-۳ تعیین شده عمل کند و در هنگام عمل کردن در نقش WED، باید به گونه‌ای که در بند ۵-۳-۳ تعیین شده عمل کند.

۵ مرور کلی بر فناوری WiBEEM

۱-۵ توصیف کلی

شبکه توری با انرژی کارا با قابلیت بیکن بی سیم (WiBEEM)، یک پروتکل ارتباطی بی سیم کم مصرف است که قابلیت شبکه سازی توری را، نه تنها در حالت غیر بیکن، بلکه در حالت بیکن جایز می داند. این پروتکل برای جمع آوری داده حسگر در محیط‌های خشن و سخت همه جاگاه^۲ مفید است. یکی از منحصر به فرد ترین خصوصیات ویژه این پروتکل این است که حتی در هنگام استفاده از بیکن های چند گانه، شبکه توری، بدون برخورد بیکن ها با استفاده از یک الگوریتم زمانبندی بیکن هوشمند، به درستی عمل می کند. شبکه توری با حالت بیکن، بهبود شبکه توری غیر بیکن است. با بیکن نه تنها گره‌های حسگر در دامنه

می توان از واژه توابع اولیه یا اصول اولیه یا خدمات اولیه نیز برای این واژه استفاده کرد. 1-Primitives

2 - Ubiquitous harsh environments

ارتباطی RF، بلکه گره‌هایی که در خارج از دامنه RF واقع شده‌اند نیز می‌توانند به طور قابل اطمینان، داده را از طریق یک سازو کار ارتباط چندهابی، بدون نیاز به روشن بودن همیشگی تمام مسیر یاب‌های میانی، انتقال بدهند، و فرقی ندارد که چقدر دور باشند. پروتکل WiBEEM یک فناوری شبکه توری بی‌سیم کم مصرف است که اجازه اتصال بی‌سیم بین افزاره‌های واقع شده در محیط‌های سخت و خشن همه‌جاگاه را می‌دهد.

فناوری WiBEEM که در حالت بیکن عمل می‌کند دارای چندین مزیت است. در ابتدا، کارایی توان با واپایش هم‌زمان‌سازی میان گره‌های WMC (همانگ کننده توری WiBEEM) و WRC (همانگ کننده قابل مسیریابی WiBEEM) در یک ابر قاب افزایش می‌یابد، زیرا تمام گره‌ها می‌توانند به طور هم‌زمان به DSP (دوره زمانی خواب عمیق) بروند. به عبارت دیگر، هنگامی که شبکه در حالت بیکاری است، تمام گره‌ها در درون شبکه توری می‌توانند به طور هم‌زمان وارد DSP شوند و هنگامی که شبکه در حالت بیداری است، گره‌ها می‌توانند انتقال داده را شروع کنند. این ساز و کار هم‌زمان‌سازی، کارایی توان که یکی از حیاتی‌ترین جنبه‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است، را بهبود می‌دهد. دومین مزیت اصلی پروتکل WiBEEM این است که از سیار بودن پشتیبانی می‌کند. پشتیبانی از سیار بودن به معنای این است که یک افزاره می‌تواند در هر جایی از شبکه شناسایی شود و با فراهم آوردن یک شبکه ارتباطی قابل انعطاف، قادر به برقراری ارتباط به صورت قابل اطمینان است. پروتکل WiBEEM نه تنها از همبندی‌های شبکه هم‌تا به هم‌تا یا همبندی شبکه ستاره‌ای پشتیبانی می‌کند، بلکه از یک ساختار شبکه توری با حالت بیکن که قابلیت اطمینان و انعطاف پذیری تمام شبکه توری را در هنگام کاهش دادن مصرف توان، افزایش می‌دهد، هم پشتیبانی می‌کند.

برخی از ویژگی‌های WiBEEM در زیر فهرست شده‌اند:

- نرخ داده از طریق هو ابا کمینه $31/25 \text{ kbit/s}$ و بیشینه 250 kbit/s .
- شبکه توری و نیز ستاره‌ای و عملیات هم‌تا به هم‌تا.
- دو حالت نشانی‌دهی¹ (آدرسی دهی) مورد پشتیبانی است: نشانی‌های کوتاه ۱۶ بیتی که شبکه توری آن‌ها را تخصیص می‌دهد یا نشانی‌های طولانی ۶۴ بیتی.
- روش زمانبندی بیکن برای اجتناب از برخورد بیکن‌ها.
- دسترسی مجرا^۲(کانال) با دسترسی چند گانه با قابلیت شنود حامل با اجتناب از برخورد (-CSMA/CA).
- پروتکل به طور کامل تایید شده برای انتقال با قابلیت اطمینان با استفاده از پروتکل ARQ.
- مصرف کم توان نه تنها برای همبندی‌های ستاره، بلکه برای همبندی‌های توری.
- شناسایی انرژی (ED).

1 - Addressing
2 - Channel

- نمایش کیفیت پیوند (LQI)

- ۱۶ مجرا (کانال) در باند ۲۴۵۰ GHz

برخی از مزایایی که فناوری WiBEEM دارد در زیر عنوان شده‌اند.

- اجازه می‌دهد بیکن‌های متعدد در یک تک ابرقاب، انتقال یابند که این هم‌زمان‌سازی را در میان گره‌ها فعال می‌کند و بنابراین توان بسیار کمی، حتی در همبندی شبکه توری استفاده می‌کند.
- از گسترش پذیری شبکه بزرگ بدون افزایش توان انتقال یا حساسیت گیرنده، پشتیبانی می‌کند.
- با استفاده از مسیرهای ارتباطی چند گانه، قابلیت اطمینان ارتباط داده را بهبود می‌بخشد.
- می‌توان شبکه را به سادگی مجدداً پیکربندی کرد.
- با کم کردن تعداد دفعات انتقال داده عمر باتری را طولانی می‌کند.

سامانه‌ای که با این استاندارد مطابقت دارد شامل چندین مولفه است. اصلی‌ترین آن افزاره است. اولین افزاره‌ای که باید در شبکه تولید شود، هماهنگ‌کننده توری WiBEEM (WMC) است. افزاره‌های عمومی که با WMC ارتباط برقرار می‌کنند هماهنگ‌کننده‌های قابل مسیریابی WiBEEM (WRCs) نامیده می‌شوند. و نیز افزاره‌هایی که به سادگی داده دریافتی را انتقال می‌دهند، افزاره‌های پایانی WiBEEM (WEDs) نامیده می‌شوند. دو یا بیش از یک افزاره در درون فضای عملیاتی شخصی (POS) که در کانال فیزیکی مشابه ارتباط برقرار می‌کنند، یک شبکه توری را تشکیل می‌دهند. اگرچه، این شبکه توری باید حداقل یک WMC در بر داشته باشد، که به عنوان یک هماهنگ‌کننده شبکه توری عمل کند.

۲-۵ کارکردها و توصیف‌های انواع افزاره‌ها

کارکردها و توصیف‌های افزاره‌های WiBEEM در استاندارد ISO/IEC 29145-2-2 ارائه شده‌اند.

۳-۵ مرور کلی بر کارکرد WiBEEM

۱-۳-۵ کلیات

یک پروتکل شبکه بی‌سیم به وسیله یک ساختار ابرقاب و یک مدل انتقال داده بین افزاره‌ها در لایه MAC، به طور کامل متمایز شده است. پروتکل WiBEEM از ساختار ابرقاب که در بند ۲-۳-۵ توصیف شده و از مدل انتقال داده بین افزاره‌های WiBEEM در لایه MAC که در بند ۳-۳-۵ توصیف شده، استفاده می‌کند.

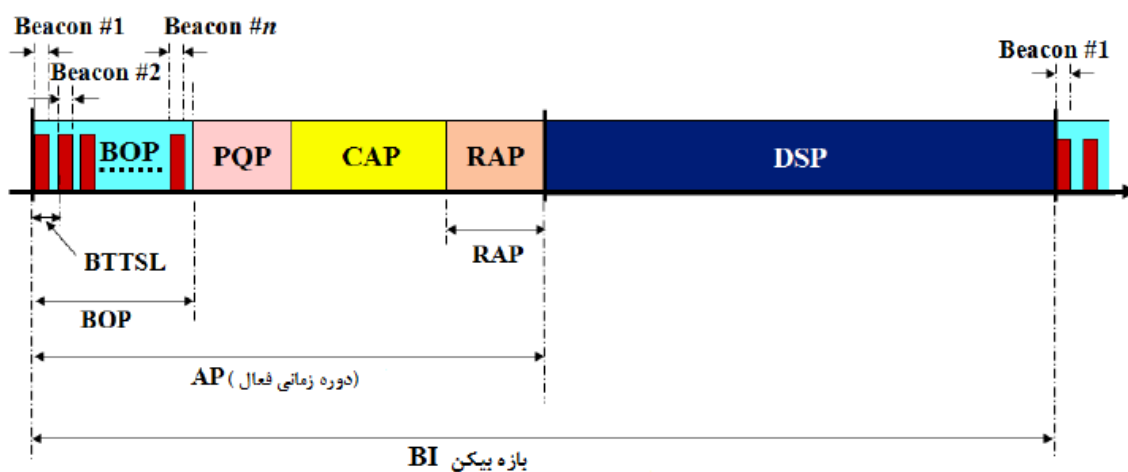
۲-۳-۵ ساختار ابرقاب WiBEEM

پروتکل WiBEEM، هنگامی که در حالت بیکن عمل می‌کند، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده، از ساختار ابرقاب در لایه MAC استفاده می‌کند. این ساختار ابرقاب که مشتمل بر ۵ قطاع (ترتیب) زمانی متمایز است را، WMC تعیین می‌کند. اولین قطاع زمانی ساختار ابرقاب، BOP (زمان منحصر به بیکن) است، جایی که فقط بیکن‌های تمام افزاره‌های WRC می‌تواند در زمان‌های از پیش تعیین شده توسط الگوریتم زمانبندی بیکن هوشمند، بدون اجرای عملیات CSMA-CA منتقل شود. در خلال این دوره زمانی، هیچ افزاره‌ای اجازه ندارد که داده‌ای را منتقل کند به جز WRC که اجازه این عمل را دارد. پایه‌بار بیکن

منتقل شده توسط افزاره WMC در سراسر شبکه توری پخش می شود و همزمان سازی بین تمام افزاره های WiBEEM حفظ می شود. درست پس از BOP، PQP است که در آن، ترافیک با سطح مشخصی از اولویت اجازه دارد داده را انتقال دهد. چنانچه افزاره WMC تصمیم بگیرد از QoS پشتیبانی نکند، می تواند تنظیم مجدد PQP را به گونه ای انجام دهد که طول PQP صفر شود. PQP می تواند بنا به درخواست هر افزاره WiBEEM در هنگامی که از WMC درخواست می شود، تنظیم شود. در حین CAP انتقال داده می تواند انجام شود، در جایی که زمان های عقب رفت^۱ بر طبق اولویتی که ترافیک دارد، معین می شوند. هر افزاره ای که بخواهد در خلال زمان CAP ارتباط برقرار کند، با استفاده از یک ساز و کار CSMA-CA شکاف دار با سایر افزاره ها رقابت می کند. یک افزاره WiBEEM که می خواهد QoS پارامتری شده را فراهم آورد، مجاز است از RAP (دوره زمان دسترسی مبتنی بر رزرو) استفاده کند، که افزاره هایی فقط می توانند از این دوره زمان استفاده کنند که اجازه فرستادن داده از WMC را براساس درخواست رزرو کسب گرداند.

به طور اختیاری، ابرقاب می تواند DSP داشته باشد که در آن تمام افزاره ها، وارد یک حالت کم مصرف می شوند.

شکل ۱- ساختار ابرقاب WiBEEM

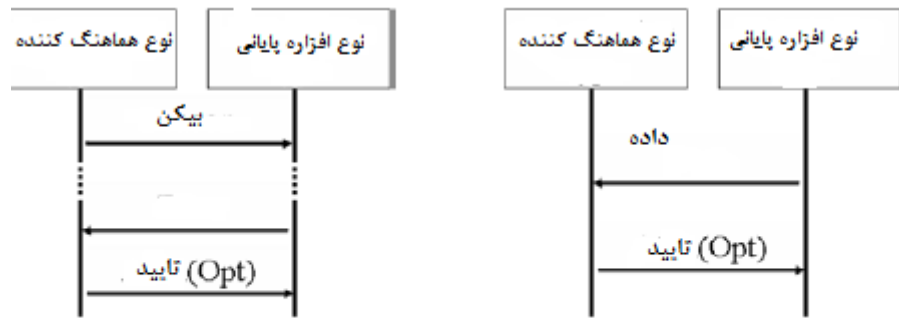


۳-۳-۵ مدل انتقال داده

هنگامی که یک افزاره خواستار انتقال داده به یک هماهنگ کننده در حالت بیکن است، ابتدا به بیکن شبکه گوش فرا می دهد. هنگامی که بیکن دریافت شد، افزاره با ساختار ابرقاب همگام می شود. در زمان مناسب،

1 - Back-off times

افزاره یک قاب داده را با استفاده از CSMA/CA شکاف دار ، به هماهنگ کننده انتقال می دهد. هماهنگ کننده مجاز است دریافت موفق داده را با ارسال یک قاب تایید انتخابی، تایید کند. این توالی در شکل ۲الف خلاصه شده است. هنگامی که یک افزاره خواستار انتقال داده در حالت غیر بیکن است، به سادگی یک قاب داده را با استفاده از CSMA-CA غیر شکاف دار به هماهنگ کننده انتقال می دهد. هماهنگ کننده، دریافت موفق داده را با انتقال یک قاب تایید انتخابی، تایید می کند. اکنون، تراکنش کامل است. این توالی در شکل ۲ب خلاصه شده است. رویه مربوط به حالت غیر بیکن در شکل ۲ب نشان داده شده است.



شکل ۲الف- حالت بیکن

شکل ۲ب- حالت بدون بیکن

شکل ۲- ارتباط از یک افزاره پایانی با یک هماهنگ کننده در حالت بیکن و یا در حالت غیر بیکن .

هنگامی که هماهنگ کننده، خواستار انتقال داده به یک افزاره در حالت بیکن است، (همانطور که در شکل ۲الف نشان داده شده است)، در بیکن شبکه ، نشان می دهد که پیام داده در دست انجام باقی مانده است. افزاره به صورت دوره‌ای به شبکه بیکن گوش می دهد و اگر یک پیام در دست انجام باشد، یک دستور MAC انتقال می دهد که با استفاده از CSMA-CA شکاف دار ، درخواست داده می کند. WMC یا WRC دریافت موفق تقاضای داده را با انتقال دادن یک قاب تایید، تایید می کند. سپس قاب داده در دست انجام با استفاده از CSMA-CA شکاف دار در صورت امکان بلافاصله بعد از تایید، فرستاده می شود. افزاره مجاز است دریافت موفق داده را با انتقال یک قاب تایید انتخابی تایید کند. تراکنش، حالا کامل شده است. به محض تکمیل موفق تراکنش داده، پیام از فهرست پیام‌های در دست انجام در بیکن برداشته می شود. رویه حالت غیر بیکن در شکل ۲ب نشان داده شده است.



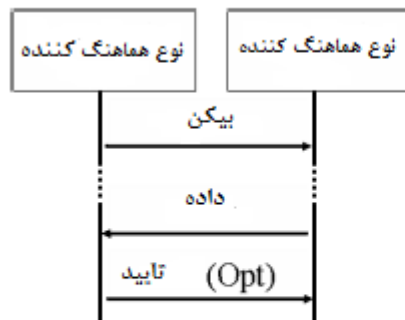
شکل ۳ الف- حالت بیکن



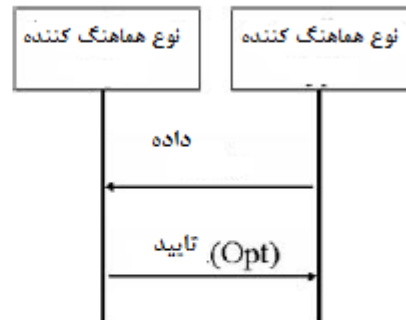
شکل ۳ ب- حالت بدون بیکن

شکل ۳- ارتباط از یک هماهنگ کننده به یک افزاره پایانی در حالت بیکن و حالت غیر بیکن

هنگامی که یک هماهنگ کننده خواستار انتقال داده به یک هماهنگ کننده دیگر است (همانطور که در شکل ۴ نمایش داده شده)، می تواند داده را بدون استفاده از بیکن بفرستد چون هماهنگ کننده ها همیشه فعال هستند.



شکل ۴ الف- حالت بیکن

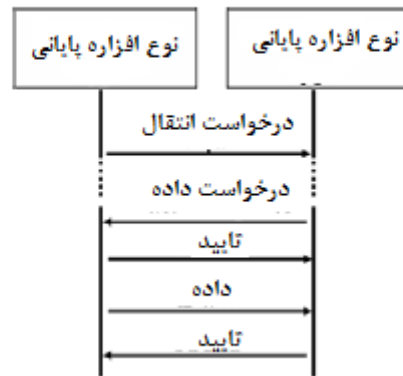


شکل ۴ ب- حالت بدون بیکن

شکل ۴- ارتباط بین هماهنگ کننده ها در حالت بیکن و در حالت غیر بیکن

افزاره های پایانی، بیکن را در هر زمانی انتقال نمی دهند. هنگامی که یک افزاره پایانی خواستار ارسال داده به سایر افزاره های پایانی است، مجاز است با سایر افزاره های در دسترس از طریق رادیو داخلی ارتباط برقرار کند. برای انجام موثر این کار، این افزاره های خواستار ارتباط، لازم است که یا به طور ثابت دریافت کننده باشند و یا با هم همگام شوند. در مورد قبلی، افزاره با استفاده از CSMA-CA غیر شکاف دار می تواند به

سادگی داده را انتقال دهد. در مورد بعدی، سایر اقدامات باید انجام بگیرند تا بتوان به همزمان سازی دست یافت. افزاره‌های پایانی که می‌خواهند ارتباط برقرار کنند باید یک قاب به افزاره مقصد بفرستند و اعلام نمایند که افزاره، داده‌هایی برای ارسال دارد، و گیرنده باید پاسخ دهد که برای دریافت داده آماده است (در شکل ۵ نمایش داده شده است). این نوع از طرح ارتباطی در حالت ذخیره انرژی استفاده می‌شود.



شکل ۵- ارتباطات بین افزاره‌های پایانی

۶ ویژگی‌های لایه PHY

۱-۶ کلیات

این بند، لایه فیزیکی (PHY) پروتکل WiBEEM را تعیین می‌کند. لایه فیزیکی مسئول وظایف زیر است:

- فعال و غیر فعال سازی فرستنده گیرنده رادیویی
- شناسایی انرژی در کانال جاری
- نمایش کیفیت پیوند برای بسته‌های دریافت شده
- ارزیابی (مجرا) کانال آزاد برای CSMA/CA
- انتخاب بسامد کانال
- انتقال و دریافت داده

ثابت‌ها و صفاتی که توسط مشخصات لایه فیزیکی تعیین و نگهداری می‌شوند، در متن این بند به حالت مورب نوشته شده‌اند. ثابت‌ها دارای پیشوند کلی «a» هستند. صفات دارای پیشوند کلی «phy» هستند.

۲-۶ الزامات کلی و تعاریف

۱-۲-۶ کلیات

این زیر بند الزاماتی را تعیین می‌کند که برای هر دو PHY های WiBEEM متداول است.

۲-۲-۶ گستره بسامد عملیاتی

یک افزاره سازگار باید با استفاده از مدوله سازی و قالب های گسترش، در یک یا چندین باند بسامد که در جدول ۱ خلاصه شداند، عمل نماید.

یادآوری- اصطلاحات «نرخ تراشه» و «نرخ نماد» و واحدهای مربوط (تراشه/ها و نماد/ها) برای کد طیف گسترده استفاده می شوند. نرخ تراشه یک کد، تعداد پالس‌ها در ثانیه (تراشه‌ها در ثانیه) هستند که در آن‌ها کد، ارسال می شود (یا دریافت می شود). نرخ تراشه، بیشتر از نرخ نماد است چون یک نماد توسط چندین تراشه فراهم می شود. نسبت آن به عنوان عامل گسترش یا بهره پردازش شناخته می شود.

جدول ۱- باندهای بسامد و نرخ داده

پارامترهای داده			پارامترهای گسترش		باند بسامد MHz	PHY MHz
نماد	نرخ نماد Ksymbol/s	نرخ بیت Kbit/s	مدوله سازی	نرخ تراشه Kchip/s		
دودویی	۲۰	۲۰	BPSK	۳۰۰	۸۶۸ تا ۸۶۸/۶	۸۶۸/۹۱۵
دودویی	۴۰	۴۰	BPSK	۶۰۰	۹۰۲ تا ۹۲۸	
16-ary متعامد	۷/۸۱۲۵	۳۱/۲۵	O-QPSK	۲۰۰۰	۲۴۰۰ تا ۲۴۸۳/۵	۲۴۵۰
16-ary متعامد	۱۵/۶۲۵	۶۲/۵۰	O-QPSK			
16-ary متعامد	۳۱/۲۵	۱۲۵	O-QPSK			
16-ary متعامد	۶۲/۵	۲۵۰	O-QPSK			

۳-۲-۶ واگذاری (مجرا) کانال‌ها و شماره گذاری

مجموع ۲۷ کانال، که از ۰ تا ۲۶ شماره گذاری شده‌اند، در ۳ باند بسامد، در دسترس هستند. ۱۶ کانال در باند ۲۴۵۰ MHz در دسترس هستند و ۱۰ تا در باند ۹۱۵ MHz و یکی در باند ۸۶۸ MHz بسامد مرکزی (F_c) این کانال‌ها به شرح زیر تعریف شده است:

$$F_c = 868,3 \text{ in MHz, for } k = 0$$

$$F_c = 906 + (k-1) \text{ in Megahertz, for } k = 1, 2, \dots, 10$$

and

$$F_c = 2405 + 5(k-11) \text{ in Megahertz, for } k = 11, 12, \dots, 26$$

که k شماره کانال است.

برای هر PHY پشتیبانی شده، یک افزار سازگار باید از تمام کانال‌های مجاز از نظر مقررات منطقه‌ای که افزار در آن فعالیت می‌کند، پشتیبانی کند.

۴-۲-۶ اندازه‌گیری قدرت RF

به جز آن چه گفته شد، تمام اندازه‌گیری‌های توان RF که ارسال می‌شود یا دریافت می‌شود، باید در فرستنده گیرنده مناسب روی اتصال آنتن انجام شوند. اندازه‌گیری‌ها باید با ابزارهایی انجام شوند که یا با مقاومت اتصال دهنده آنتن تطبیق یافته‌اند یا برای هر عدم تطابقی تصحیح شده‌اند. برای افزارهایی که اتصال دهنده آنتن ندارند، اندازه‌گیری‌ها باید به عنوان توان تابشی همسانگرد موثر (EIRP) تفسیر شوند (یعنی 0 dBi تقویت آنتن) و هر اندازه‌گیری تابش باید برای جبران تقویت آنتن برای پیاده‌سازی تصحیح شود. یک افزار سازگار باید سطح توان انتقال اسمی داشته باشد که با پارامتر PHY اش نشان داده شود.

۵-۲-۶ توان انتقال

بیشینه توان انتقال، باید با مقررات محلی منطبق باشد. یک افزار سازگار باید سطح توان انتقال اسمی داشته باشد که با پارامتر PHY اش نشان داده شود.

۶-۲-۶ گسیل جعلی خارج از باند

گسیل جعلی خارج از باند باید با مقررات محلی مطابق باشد.

۷-۲-۶ تعاریف حساسیت گیرنده

به تعاریف جدول ۲ به وسیله زیر بندهای خارج از این استاندارد، با در نظر گرفتن حساسیت گیرنده اشاره می‌شود.

جدول ۲- تعاریف حساسیت گیرنده

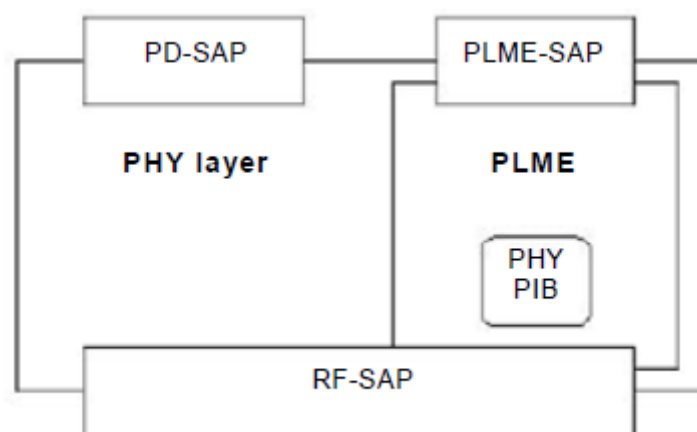
اصطلاح	تعریف اصطلاح	شرایط
نرخ خطای بسته (PER)	میانگین کسر بسته‌های انتقال یافته که به درستی شناسایی نشده‌اند	- میانگین سنجیده شده در داده PSDU تصادفی
حساسیت گیرنده	توان سیگنال ورودی آستانه که یک PER خاص را حاصل می‌کند	- طول PSDU = ۱۶۰ هشتمایی - $PER < 1\%$ - توان سنجیده شده در پایانه‌های آنتن - سطح مشترک، غیرموجود

۳-۶ ویژگی‌های خدمات PHY

۱-۳-۶ کلیات

PHY از طریق سفت افزار^۱ RF و سخت افزار RF، یک واسط بین زیر لایه MAC و کانال رادیویی فیزیکی، فراهم می‌آورد. PHY به طور مفهومی شامل یک هستار مدیریتی به نام PLME است. این هستار، واسط‌های خدمت مدیریت لایه را فراهم می‌آورد که از طریق آن کارکردهای مدیریت لایه ممکن است تقاضا شوند. PLME، همچنین مسئول نگهداری از یک دادگان از اشیاء مدیریت شده مربوط به PHY است. به این دادگان، پایه اطلاعات لایه PHY (PIB) گفته می‌شود.

شکل ۶ مولفه و واسط‌های PHY را شرح می‌دهد.



شکل ۶-مدل مرجع PHY

PHY دو خدمت فراهم می‌آورد که از طریق دو SAP قابل دسترسی است: خدمت داده PHY، که از طریق SAP داده PHY (PD-SAP) مورد دسترسی قرار می‌گیرد، و خدمت مدیریت PHY، که از طریق SAP ی PLME (PLME-SAP) قابل دسترسی است.

۲-۳-۶ خدمت داده PHY

۱-۲-۳-۶ مرور کلی

PD-SAP از انتقال MPDUها بین هستارهای همتای لایه MAC پشتیبانی می‌کند. جدول ۳ نخستینه‌هایی که PD-SAP پشتیبانی می‌کند را فهرست کرده است. این نخستینه‌ها در زیر بندهایی مورد بحث قرار می‌گیرد که در جدول ۳ به آن‌ها اشاره شده است.

جدول ۳- نخستینه PD-SAP

نخستینه PD-SAP	درخواست	تأیید	دلالت
PD-DATA	بند ۲-۲-۳-۶	بند ۳-۲-۳-۶	بند ۴-۲-۳-۶

۲-۲-۳-۶ PD-DATA.request

۱-۲-۲-۳-۶ کارکرد

نخستینه PD-DATA.request، انتقال MPDU (یعنی PSDU) را از زیر لایه MAC به هستار PHY محلی را درخواست می کند.

۲-۲-۲-۳-۶ نخستینه به لحاظ معنایی

نخستینه PD-DATA.request به لحاظ معنایی به شرح زیر است:

```
PD-DATA.request (
    psduLength,
    psdu
)
```

جدول ۴ پارامترها را برای نخستینه PD-DATA.request تعیین می کند.

جدول ۴- پارامترهای PD-Data request.

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
psduLength	عدد صحیح بدون علامت	$\leq aMaxPHYPacketSize$	تعداد هشت تایی‌های موجود در PSDU برای انتقال توسط هستار PHY
Psdu	مجموعه هشت تایی‌ها	-	مجموعه‌ای از هشت تایی‌هایی که PSDU را شکل می دهند برای انتقال توسط هستار PHY

۳-۲-۲-۳-۶ زمان ایجاد

نخستینه PD-DATA.request توسط یک هستار لایه MAC محلی تولید می شود و به هستار PHY اش صادر می شود تا انتقال یک MPDU را درخواست کند.

۴-۲-۲-۳-۶ تاثیر در دریافت

دریافت نخستینه PD-DATA.request از طرف هستار PHY موجب انتقال PSDU تامین شده، خواهد شد. در صورتی که فرستنده فعال شود (وضعیت TX-ON)، ابتدا PHY، یک PPDU ایجاد می کند که دارای PSDU تامین شده است و سپس PPDU را انتقال می دهد. هنگامی که هستار PHY انتقال را به پایان رساند، نخستینه PD-DATA.confirm را با وضعیت SUCCESS صادر می کند.

چنانچه نخستینه PD-DATA.request در هنگامی که گیرنده فعال است (RX-ON) دریافت شود یا در صورتی که فرستنده گیرنده غیر فعال است (وضعیت TRX-OFF)، هستار PHY نخستینه PD-DATA.confirm را با وضعیت RX_ON or TRX_OFF، را به ترتیب صادر می کند.

۳-۲-۳-۶ PD-DATA.confirm

۱-۳-۲-۳-۶ کارکرد

نخستینه PD-DATA.confirm، پایان انتقال یک MPDU را (یعنی PSDU) از یک هستار زیر لایه MAC محلی به یک هستار زیر لایه MAC همتا تایید می کند.

۲-۳-۲-۳-۶ معنا شناسی نخستینه خدمت

معناشناسی نخستینه PD-DATA.request به شرح زیر است

PD-DATA.confirm (Status)

جدول ۵ پارامترهایی را برای نخستینه PD-DATA.confirm تعیین می کند.

جدول ۵- پارامترهای PD-DATA.confirm

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
Status	برشمارش	SUCCESS, RX_ON یا TRX_OFF	نتیجه درخواست برای انتقال توسط یک بسته

۳-۳-۲-۳-۶ زمان ایجاد

نخستینه PD-DATA.confirm توسط هستار PHY تولید می شود و در پاسخ به نخستینه PD-DATA.request، در هستار زیر لایه MAC، نخستینه PD-DATA.confirm صادر می شود. نخستینه PD-DATA.confirm یا یک وضعیت SUCCESS باز خواهد گرداند که نشان دهنده این است که درخواست برای انتقال، موفقیت آمیز بوده است، یا این که کد خطای RX_ON یا TRX_OFF را نشان می دهد. دلایل این مقادیر وضعیتها به طور کامل در بند ۴-۲-۲-۳-۶ توصیف شده است.

۴-۳-۲-۳-۶ تاثیر بر دریافت

در دریافت نخستینه PD-DATA.confirm، هستار زیر لایه MAC از نتیجه درخواست انتقال، مطلع می شود. چنانچه تلاش برای انتقال موفقیت آمیز بود، پارامتر وضعیت به SUCCESS تنظیم می شود. در غیر این صورت، پارامتر وضعیت نشان دهنده خطا خواهد بود.

PD-DATA.indication ۴-۲-۳-۶

۱-۴-۲-۳-۶ کارکرد

نخستینه PD-DATA.indication انتقال یک MPDU (یعنی PSDU) از PHY به هستار زیرلایه محلی MAC را نشان می دهد.

۲-۴-۲-۳-۶ معناشناسی نخستینه خدمت

معناشناسی نخستینه PD-DATA.indication به شرح ذیل است:

PD-DATA.indication (psduLength, psdu, ppduLinkQuality)

جدول ۶ پارامترهایی را برای نخستینه PD-DATA.indication تعیین می کند.

جدول ۶- پارامترهای PD-DATA.indication

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
psduLength	عدد صحیح بدون علامت	$\leq aMaxPHYPacketSize$	تعداد هشت تایی‌های موجود در PSDU دریافت شده توسط هستار PHY
Psdu	مجموعه هشت تایی‌ها	-	مجموعه‌ای از هشت تایی‌هایی که PSDU را شکل می دهند دریافت شده توسط هستار PHY
ppduLinkQuality	عدد صحیح	۰×۰۰ تا ۰×ff	ارزش کیفیت پیوند (LQ) سنجیده شده توسط گیرنده PPDU (به بند ۶-۷-۹ مراجعه شود)

۳-۴-۲-۳-۶ زمان ایجاد

نخستین PD-DATA.indication توسط هستار PHY تولید می شود و به هستار زیر لایه MAC ارسال می شود تا یک PSDU دریافت شده را انتقال دهد. این نخستین اگر فیلد psduLength دریافت شده صفر باشد یا از aMaxPHYPacketSize بزرگتر باشد، تولید نخواهد شد.

۴-۴-۲-۳-۶ تاثیر بر دریافت

در دریافت نخستین PD-DATA.indication، زیر لایه MAC از ورود یک MPDU از میان خدمت داده PHY، مطلع می شود.

۳-۳-۶ خدمت مدیریت PHY

۱-۳-۳-۶ کارکرد

PLME-SAP اجازه انتقال دستورات مدیریت را بین MLME و PLME می دهد. جدول ۷ نخستینهای پشتیبانی شده با PLME-SAP را فهرست می کند. این نخستینها در بندهای اشاره شده در جدول ۷، مورد بحث قرار می گیرند.

جدول ۷- نخستین PLME-SAP

تأیید	درخواست	نخستین PLME-SAP
بند ۳-۳-۳-۶	بند ۲-۳-۳-۶	PLME-CCA
بند ۵-۳-۳-۶	بند ۴-۳-۳-۶	PLME-ED
بند ۷-۳-۳-۶	بند ۶-۳-۳-۶	PLME-GET
بند ۹-۳-۳-۶	بند ۸-۳-۳-۶	PLME-SET-STATE
بند ۱۱-۳-۳-۶	بند ۱۰-۳-۳-۶	PLME-SET

۲-۳-۳-۶ PLME-CCA.request

۱-۲-۳-۳-۶ کارکرد

نخستین PLME-CCA.request همانطور که در بند ۱۰-۷-۶ تعریف شده، از PLME اجرای یک CCA را درخواست می کند.

۲-۲-۳-۳-۶ معنا شناسی نخستین خدمت

معنا شناسی نخستین PLME-CCA.request به شرح ذیل است:

PLME-CCA.request ()

پارامترهایی در رابطه با نخستینه PLME-CCA.request وجود ندارد.

۳-۲-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستینه PLME-CCA.request را MLME تولید می کند و هرگاه الگوریتم CSMA/CA نیاز به ارزیابی کانال داشته باشد، به PLME ارسال صادر می شود.

۴-۲-۳-۳-۶ تاثیر در دریافت

اگر گیرنده در هنگام دریافت نخستینه PLME-CCA.request فعال شود، PLME موجب خواهد شد که PHY، یک CCA را اجرا کند. هنگامی که PHY، CCA را تکمیل کرد PLME نخستینه PLME-CCA.confirm را با وضعیت BUSY یا IDLE بسته به نتیجه CCA صادر می کند.

چنانچه نخستینه PLME-CCA.request دریافت شود، هنگامی که گیرنده فرستنده غیر فعال می شود (وضعیت TRX_OFF) یا چنانچه فرستنده فعال باشد (وضعیت TX_ON)، PLME نخستینه PLME-CCA.confirm را به ترتیب با وضعیت TRX_OFF یا TX_ON صادر خواهد کرد.

۳-۳-۳-۶ PLME-CCA.confirm

۱-۳-۳-۳-۶ کارکرد

نخستینه PLME-CCA.confirm نتایج یک CCA را گزارش می دهد.

۲-۳-۳-۳-۶ معنا شناسی نخستینه خدمت

معنا شناسی نخستینه PLME-CCA.confirm به شرح ذیل است:

PLME-CCA.confirm

(
status
)

جدول ۸ پارامترهایی را برای نخستینه PLME-CCA تعیین می کند.

جدول ۸- نخستینه PLME-CCA.confirm

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
Status	برشمارش	TRX_OFF, TX_ON یا IDLE	نتیجه درخواست جهت اجرای یک CCA

۳-۳-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستینه PLME-CCA.confirm توسط PLME تولید می شود و به MLME ارسال در پاسخ به نخستینه PLME-CCA.request صادر می گردد. نخستینه PLME-CCA.confirm یک وضعیت BUSY یا IDLE

را بر می گرداند، که نشان دهنده یک CCA موفق، یا یک کد خطای TRX_OFF یا TX_ON است. دلیل این مقادیر وضعیت به طور کامل در بند ۴-۳-۳-۳-۶ شرح داده شده است.

۴-۳-۳-۳-۶ تاثیر در دریافت

در دریافت، نخستینه PLME-CCA.confirm، MLME از نتایج CCA مطلع می شود. اگر تلاش CCA موفق بود، وضعیت پارامتر به BUSY یا IDLE تنظیم می شود در غیر این صورت، پارامتر وضعیت خطا را نشان خواهد داد.

۴-۳-۳-۶ PLME-ED.request

۱-۴-۳-۳-۶ کارکرد

نخستینه PLME-ED.request، در خواست می کند که PLME اندازه گیری ED را انجام دهد (به بند ۶-۷-۸ مراجعه شود).

۲-۴-۳-۳-۶ معناسناسی نخستینه خدمت

معناسناسی نخستینه PLME-ED.request به شرح ذیل است:

PLME-ED.request ()

پارامتری در رابطه با نخستینه PLME-ED.request وجود ندارد.

۳-۴-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستینه PLME-ED.request توسط MLME تولید می شود و به PLME اش صادر می شود تا اندازه گیری ED را درخواست کند.

۴-۴-۳-۳-۶ تاثیر در دریافت

اگر گیرنده، فعال برای دریافت نخستینه PLME-ED.request باشد، PLME باعث می شود PHY اندازه گیری ED را انجام دهد. هنگامی که PHY اندازه گیری ED را به پایان رسانید، PLME نخستینه PLME-ED.confirm را با وضعیت SUCCESS صادر خواهد کرد. اگر نخستینه PLME-ED.request دریافت شود هنگامی که فرستنده گیرنده غیر فعال می شود (وضعیت TRX_OFF) یا اگر فرستنده فعال می شود (وضعیت TX_ON)، PLME نخستینه PLME-ED.confirm را به ترتیب با یک وضعیت TRX_OFF یا TX_ON صادر خواهد کرد.

۵-۳-۳-۶ PLME-ED.confirm

۱-۵-۳-۳-۶ کارکرد

نخستینه PLME-ED.confirm نتایج اندازه گیری ED را گزارش می کند.

۲-۵-۳-۳-۶ معناسناسی نخستینه خدمت

معناسناسی نخستینه PLME-ED.confirm به شرح ذیل است:

جدول ۱۰- پارامترهای PLME-GET.request

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
PIBAtribute	بر شمارش	به جدول ۲۱ مراجعه شود.	شناسانه صفت PHY برای دریافت

۳-۳-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستین PLME-GET.request توسط MLME تولید می شود و در PLME اش صادر می شود تا از PHY PIB اطلاعات بدست آورد.

۴-۳-۳-۳-۶ تاثیر در دریافت

در دریافت نخستین PLME-GET.request، PLME تلاش خواهد کرد صفت PHY PIB درخواست شده را از دادگان اش بازیابی کند. اگر شناسانه صفت PIB در دادگان پیدا نشود، PLME نخستین PLME-GET.confirm را با وضعیت UNSUPPORTED_ATTRIBUTE صادر خواهد شد.

اگر صفت PHY PIB درخواست شده با موفقیت بازیابی شود PLME، نخستین PLME-GET.confirm را با وضعیت SUCCESS صادر خواهد کرد.

۷-۳-۳-۳-۶ PLME-GET.confirm

۱-۷-۳-۳-۶ کارکرد

نخستین PLME-GET.confirm نتایج درخواست اطلاعات از PHY PIB را گزارش می کند.

۲-۷-۳-۳-۶ معنا شناسی نخستین خدمت

معنا شناسی نخستین PLME-GET.confirm به شرح ذیل است:

```
PLME-GET.confirm (
    status,
    PIBAttribute,
    PIBAttributeValue
)
```

جدول ۱۱ پارامترهایی را برای نخستین PLME-GET.confirm تعیین می کند.

جدول ۱۱- نخستین PLME-GET.confirm

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
Status	بر شمارش	SUCCESS یا UNSUPPORTED_ATTRIBUTES	نتیجه درخواست برای اطلاعات صفات PHY PIN
PIBAtribute	بر شمارش	۰×۰۰ تا ۰×ff	شناسانه صفت PHY PIB

برای دریافت			
PHY PIB مقدار صفت نشان داده برای دریافت	ویژه صفت	گوناگون	PIBAttributeValue

۳-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستین PLME-GET.confirm توسط PLME تولید می شود و در پاسخ به نخستین PLME-GET.request در MLME اش صادر می شود. نخستین PLME-GET.confirm یا وضعیت SUCCESS را باز خواهد گرداند، که نشان می دهد درخواست برای خواندن صفت PHY PIB موفقیت آمیز بوده یا یک کد خطا به شکل UNSUPPORTED_ATTRIBUTE نشان داده خواهد شد. علت این مقادیر وضعیت به طور کامل در بند ۳-۳-۳-۶-۴ توصیف شده است.

۳-۳-۳-۶ تأثیر در دریافت

در دریافت نخستین PLME-GET.confirm ، MLME از نتایج درخواستش برای خواندن یک صفت PHY PIB مطلع می شود. اگر درخواست برای خواندن صفت PHY PIB موفقیت آمیز بود، پارامتر وضعیت به SUCCESS تنظیم می شود. در غیر این صورت پارامتر وضعیت خطا را نشان خواهد داد.

۳-۳-۳-۶ PLME-SET-TRX-STATE.request ۸

۳-۳-۳-۶-۱ کارکرد

نخستین PLME-SET-TRX-STATE.request درخواست می کند که هستار PHY وضعیت عملیاتی داخلی فرستنده گیرنده را تغییر دهد. فرستنده و گیرنده سه حالت کلی خواهد داشت:

- فرستنده و گیرنده غیر فعال (TRX_OFF)
- فرستنده فعال است (TX_ON)
- گیرنده فعال است (RX_ON).

۳-۳-۳-۶-۲ معنا شناسی نخستین خدمات

معنا شناسی نخستین PLME-SET-TRX-STATE.request به شرح ذیل است:

```
PLME-SET-TRX-STATE.request (
state
rate
)
```

جدول ۱۲ پارامترهایی را برای نخستین PLME-SET-TRX-STATE.request تعیین می کند.

جدول ۱۲- پارامترهای PLME-SET-TRX-STATE.request

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
Status	برشمارش	RX_ON, TRX_OFF, FORCE_TRX_OFF یا TX_ON	وضعیت شبکه‌ای که در آن فرستنده گیرنده پیکربندی می‌شوند
rate	برشمارش	31.25K_ON, 62.50K_ON, 125 K_ON	عملیات چندنرخ پیکربندی می‌شود

۳-۳-۳-۶-۳ زمان ایجاد

نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.request توسط MLME تولید می‌شود و هنگامی که حالت عملیاتی فعلی گیرنده نیاز به تغییر داشته باشد، در PLME اش صادر می‌شود.

۳-۳-۳-۶-۴ تاثیر در دریافت

هنگام دریافت نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.request، PLME باعث خواهد شد که PHY بنا به وضعیت درخواستی تغییر کند. اگر تغییر وضعیت قابل قبول بود، PHY نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm را با وضعیت SUCCESS صادر خواهد کرد. اگر این نخستینه وضعیتی را درخواست کند که فرستنده گیرنده قبلاً پیکر بندی شده، PHY نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm را با وضعیتی که حالت فعلی را نشان می‌دهد صادر خواهد کرد، یعنی RX_ON, TRX_OFF یا TX_ON. اگر نخستینه با شناسه RX_ON یا TRX_OFF صادر شود و PHY مشغول انتقال PPDU باشد، PHY نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm را با وضعیت BUSY_TX صادر خواهد کرد و تغییر وضعیت را تا پایان انتقال به تعویق خواهد انداخت. اگر این نخستینه با شناسه TX_ON یا TRX_OFF صادر شود و PHY در وضعیت RX_ON باشد و قبلاً یک SFD معتبر را دریافت کرده باشد، PHY نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm را با وضعیت BUSY_RX صادر خواهد کرد و تغییر وضعیت را تا پایان دریافت PPDU به تعویق خواهد انداخت. اگر این نخستینه با FORCE_TRX_OFF صادر شود، PHY موجب خواهد شد که PHY صرف نظر از این که PHY در چه وضعیتی است، به وضعیت TRX_OFF برود.

ارزش نرخ 31.25K_ON، 62.50K_ON، 125K_ON، 250K_ON عملیات کانال فیزیکی چند نرخه را علامت گذاری می‌کند. با دریافت نرخ، کانال فیزیکی، دوباره پیکربندی می‌شود و به شکل نرخ جدید برگزیده تبدیل می‌شود.

۹-۳-۳-۶ PLME-SET-TRX-STATE.confirm

۱-۹-۳-۳-۶ کارکرد

نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm نتایج یک درخواست برای تغییر وضعیت عملیات داخلی فرستنده گیرنده را گزارش می کند.

۲-۹-۳-۳-۶ معناشناسی نخستینه خدمات

معناشناسی نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm به شرح ذیل است:

PLME-SET-TRX-STATE.confirm (status rate)

جدول ۱۳ پارامترهایی را برای نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm تعیین می کند.

جدول ۱۳- پارامترهای PLME-SET-TRX-STATE.confirm

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
Status	برشمارش	SUCCESS,RX_ON, TRX_OFF,TX_ON, BUSY_TX یا BUSY-RX	نتیجه درخواست تغییر وضعیت فرستنده گیرنده
Rate	برشمارش	31.25K_ON, 62.50K_ON, 125 K_ON	عملیات چند نرخ تایید می شود

۳-۹-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm توسط PLME تولید می شود و بعد از تلاش برای تغییر وضعیت عملیات داخلی فرستنده گیرنده ، به MLME ارسال صادر می شود.

۴-۹-۳-۳-۶ تاثیر در دریافت شایسته

هنگام دریافت نخستینه PLME-SET-TRX-STATE.confirm ، به MLME نتیجه درخواستش برای تغییر وضعیت عملیاتی داخلی فرستنده گیرنده اعلام می شود. ارزش حالت SUCCESS نشان دهنده این است که وضعیت عملیاتی داخلی فرستنده و گیرنده، مورد قبول بوده است. ارزش وضعیت RX_ON، TRX_OFF یا TX_ON نشان می دهد که فرستنده گیرنده قبلا در وضعیت عملیاتی داخلی درخواست شده است. ارزش وضعیت BUSY_TX نشان می دهد چه موقع PHY برای تغییر وضعیتش به RX_ON یا TRX_OFF در حین انتقال درخواست شده است. ارزش وضعیت BUSY_RX نشان می دهد وقتی PHY در وضعیت RX_ON می باشد قبلا یک SDF معتبر دریافت کرده است و برای تغییر وضعیتش به TX_ON or TRX_OFF درخواست شده است. همچنین MLME توسط نخستینه از ارزش نرخ پیکربندی جدید مطلع می شود.

۳-۳-۶-۱۰ PLME-SET.request

۳-۳-۶-۱۰-۱ کارکرد

نخستین PLME-SET-TRX-STATE.request تلاش می کند صفت PHY PIB نشان داده شده را به مقدار داده شده تنظیم کند.

۳-۳-۶-۲ معنا شناسی نخستین خدمت

معنا شناسی نخستین PLME-SET-TRX-STATE.request به شرح ذیل است:

PLME-SET.request
(
PIBAttribute,
PIBAttributeValue
)

جدول ۱۴ پارامترهایی را برای PLME-SET.request مشخص می کند.

جدول ۱۴- پارامترهای PLME-SET.request

نام	نوع	گستره معتبر	توصیف
PIBAttribute	بر شمارش	RX_ON, TRX_OFF, TX_ON یا FORCE_TRX_OFF	شناگر صفت PIB برای تنظیم
PIBAttributeValue	گوناگون	ویژه صفت	مقدار صفت PIB نشان داده برای تنظیم

۳-۳-۶-۱۰-۳ زمان ایجاد

نخستین PLME-SET.request توسط MLME تولید می شود و در PLME اش صادر می شود تا صفات PHY PIB نشان داده شده را بنویسد.

۳-۳-۶-۱۰-۴ تاثیر در دریافت

هنگام دریافت نخستین PLME-SET.request، PLME تلاش خواهد کرد مقدار داده شده را برای صفت نشان داده شده PHY PIB در دادگانش بنویسد. اگر پارامتر PIBAttribute یک صفت را تعیین کند که در دادگان یافت نشود (به جدول ۲۱ مراجعه شود) PLME نخستین

PLME-SET.confirm را با یک وضعیت UNSUPPORTED_ATTRIBUTE صادر خواهد کرد. اگر پارامتر PIBAttributeValue برای صفت داده شده، مقداری را که خارج از دامنه معتبر باشد تعیین کند، PLME نخستین PLME-SET.confirm را با وضعیت INVALID_PARAMETER صادر خواهد کرد.

اگر صفت PHY PIB درخواست شده با موفقیت نوشته شود، PLME نخستین PLME-SET.confirm را با وضعیت SUCCESS صادر خواهد کرد.

PLME-SET.confirm ۱۱-۳-۳-۶

۱-۱۱-۳-۳-۶ کارکرد

نخستین PLME-SET.confirm نتایج تلاش برای تنظیم یک صفت PIB را گزارش می کند.

۲-۱۱-۳-۳-۶ معناسناسی نخستین خدمات

معناسناسی نخستین PLME-SET.confirm به شرح ذیل است:

PLME-SET.confirm

```
(  
  status,  
  PIBAttribute  
)
```

جدول شماره ۱۵ پارامترهایی را برای نخستین PLME-SET.confirm مشخص می کند.

جدول ۱۵- پارامترهای PLME-SET.confirm

نام	نوع	گستره معتبر	شرح
Status	بر شمارش	SUCCESS, یا UNSUPPORTED_ATTRIBUTE, INVALID_PARAMETER	وضعیت تلاش برای تنظیم صفت PIB درخواست
PIBAttribute	بر شمارش	به جدول ۲۱ مراجعه شود	شناسانه صفت PIB تایید می شود

۳-۱۱-۳-۳-۶ زمان ایجاد

نخستین PLME-SET.confirm توسط PLME تولید می شود و در MLME اش در پاسخ به نخستین PLME-SET.request صادر می شود. نخستین PLME-SET.confirm یا وضعیت SUCCESS را نشان می دهد که مقدار درخواست شده برای نشان دادن صفت PHY PIB، نوشته شده یا یک کد خطای UNSUPPORTED_ATTRIBUTE یا INVALID_PARAMETER را برخواهد گرداند. دلایل این مقادیر وضعیت به طور کامل در بند ۴-۱۰-۳-۳-۶ توصیف شده است.

۴-۱۱-۳-۳-۶ تاثیر در دریافت

هنگام دریافت نخستین PLME-SET.confirm، MLME از نتایج این درخواستش برای تنظیم مقدار صفت PHY PIB مطلع می شود. اگر مقدار درخواستی، برای صفت PHY PIB نشان داده شده، نوشته شده بود، پارامتر وضعیت به SUCCESS تنظیم می شود. در غیر این صورت، پارامتر وضعیت خطا را نشان خواهد داد.

۴-۳-۶ توصیف بر شمارش PHY

جدول ۱۶، توصیفی از مقادیر بر شمارشی PHY را که در ویژگی PHY تعریف شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۱۶- توصیف PHY شمارشی

شمارش	مقدار	توصیف
BUSY	۰x۰۰	تلاش CCA، یک کانال مشغول را تشخیص داده است.
BUSY_RX	۰x۰۱	از فرستنده گیرنده درخواست می‌شود تا هنگام دریافت، وضعیت خود را تغییر دهد.
BUSY_TX	۰x۰۲	از فرستنده گیرنده درخواست می‌شود که هنگام انتقال، وضعیت خود را تغییر دهد.
FORCE_TRX_OFF	۰x۰۳	فرستنده و گیرنده باید خاموش شوند.
IDLE	۰x۰۴	تلاش CCA، یک مجرای idle را تشخیص داده است.
INVALID_PARAMETER	۰x۰۵	درخواست تنظیم/دریافت با پارامتری در نخستینه که خارج از گستره معتبر است صادر شد.
RX_ON	۰x۰۶	فرستنده گیرنده یا در وضعیت گیرنده فعال قرار دارد یا باید به این وضعیت پیکربندی شود.
SUCCESS	۰x۰۷	تنظیم/دریافت، عملیات ED یا تغییر وضعیت فرستنده گیرنده، موفق بود..
TRX_OFF	۰x۰۸	فرستنده گیرنده یا در وضعیت فرستنده گیرنده غیرفعال است یا باید به این وضعیت پیکربندی شود.
TX_ON	۰x۰۹	فرستنده گیرنده یا در وضعیت فرستنده فعال است یا باید به این وضعیت پیکربندی شود.
UNSUPPORTED_ATTRIBUTE	۰x0a	یک درخواست تنظیم/دریافت با شناسانه یک صفت که پشتیبانی نمی‌شود صادر شد.

۴-۶ قالب PPDU

۱-۴-۶ کارکرد

این زیر بند ، قالب بسته PPDU را تعیین می کند.

برای آسودگی، ساختار بسته PPDU ارائه می شود بنابراین سمت چپ‌ترین فیلد همانطور که در این استاندارد نوشته شده سمت چپ‌ترین فیلد باید اول ارسال یا دریافت شود. از تمام فیلدهای هشت تایی چند تایی، باید کم ارزشترین ترین هشت تایی، اول ارسال یا دریافت شود و در هر هشت تایی باید اول کم ارزشترین بیت (LSB) ارسال یا دریافت شود. ترتیب انتقال مشابه بهتر است بر روی فیلدهای داده که بین زیر لایه PHY و MAC منتقل می شوند، اعمال شود.

هر بسته PPDU شامل مولفه‌های اولیه زیر است:

- SHR ، که به افزاره در حال دریافت اجازه می دهد جریان داده را همگام کند یا قطع نماید.
- PHR، که دارای اطلاعات طول قالب است
- پایه‌بار با طول متغیر، که قالب زیر لایه MAC را حمل می کند.

۲-۴-۶ قالب بسته عمومی

۱-۲-۴-۶ به طور کلی

ساختار بسته PPDU باید همانطور که در جدول ۱۷ نشان داده شده، قالب بندی شود.

جدول ۱۷- قالب PDU

متغیر	۱		۱	هشت تایی‌ها: ۴
PSDU	ذخیره	طول قاب	SFD	مقدمه
پایه‌بار PHY	PHR		SHR	

۲-۲-۴-۶ فیلد مقدمه

گیرنده فرستنده، فیلد مقدمه را استفاده می کند تا هم‌زمان‌سازی تراشه و نماد را با پیام دریافتی به دست آورد. فیلد مقدمه باید از ۳۲ تا صفر باینری تشکیل شده باشد.

۳-۲-۴-۶ فیلد SFD

SFD یک فیلد ۸ بیتی است که پایان (مقدمه) فیلد هم‌زمان‌سازی و شروع داده بسته را نشان می دهد. قالب اصلی 250 kbit/s در جدول ۱۸ نشان داده شده است.

جدول ۱۸- قالب فیلد SFD

بیت‌های: ۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱

به هر جهت، اگر انطباق بر روی فیلد SFD صورت بگیرد، می توان از آن برای نشانک دهی^۱ (سیگنال دهی) سرعت‌های کانال‌های متفاوت نیز بهره گرفت. مشکل هنگامی به وجود می آید که مطلع شویم فیلد SFD باید با دنباله گسترش حالت 250 kbit/s فقط یکبار ارسال شود که البته از چندبار تکرار حالت‌های 125 kbit/s، 62.5 kbit/s و 31.25 kbit/s عملکرد کمتری دارد. برای مقابله با این مشکل، دو روش متفاوت را می توان به کار برد.

- برای حالت‌های کمترین نرخ بیت (125 kbit/s ، 62.5 kbit/s و 31.25 kbit/s)، فیلد SFD به ترتیب دو، چهار یا هشت بار ارسال می شود. این مستلزم تغییر در آشکارساز است، زیرا باید آشکارسازهای متفاوتی درگیر شوند تا حالت صحیح به دست آید.
- برای تمام حالت‌ها، طول SFD ثابت می ماند. با جایگشت تمام ترکیب‌های ممکن از فیلدهای SFD، بهترین مجموعه قابل اعمال ، انتخاب و برای نشانک دهی استفاده می شود.

۴-۲-۴-۶ فیلد طول قالب

فیلد طول قالب ، ۷ بیت طول دارد و تعداد کل هشت تایی‌هایی را تعیین می کند که در PSDU (یعنی پایه بار PHY) است که یک مقدار بین ۰ و aMaxPHYPacketSize (۶به بند ۳-۲-۲-۲ رجوع شود). است . جدول ۱۹ نوع پایه بار را در مقابل مقدار طول قالب، خلاصه می کند.

جدول ۱۹- مقادیر طول قاب

مقدار طول قاب	پایه بار
۰ تا ۴	ذخیره شده
۵	MPDU (تایید)
۶ تا ۷	ذخیره شده
۸ تا aMaxPHYPacketSizs	MPDU

۵-۲-۴-۶ فیلد PSDU

فیلد PSDU دارای طول متغیر است و داده بسته PHY را انتقال می دهد. برای تمام بسته‌ها از نوع طول که طولی معادل پنج هشت تایی یا بیش از هفت هشت تایی دارند، PSDU دارای قاب زیر لایه MAC (یعنی MPDU) است.

۵-۶ ثابت‌های PHY و صفات PIB

۱-۵-۶ کارکرد

این زیر بند ثابت‌ها و صفاتی را تعیین می کند که PHY نیاز دارد.

۲-۵-۶ ثابت‌های PHY

ثابت‌هایی که ویژگی‌های PHY را تعریف می کنند در جدول ۲۰ ارائه شده‌اند. این ثابت‌ها وابسته به سخت افزار هستند و نمی توان آن‌ها را در طی عملیات تغییر داد.

جدول ۲۰- ثابت‌های PHY

مقدار	توصیف	ثابت
۱۲۷	بیشینه‌اندازه PSDU (به صورت هشت تایی) که PHY باید بتواند دریافت کند	aMaxPHYPacketSize
۱۲ نماد دوره	بیشینه زمان برگشت RX به TX یا TX به RX (به بند ۶-۷-۲ و ۳-۷-۶ مراجعه شود)	aTurnaroundTime

۳-۵-۶ صفات PIB PHY

PHY PIB شامل صفات لازم برای مدیریت PHY یک افزاره است. هر یک از این صفات می توانند به ترتیب با استفاده از نخستینه PLME-GET.request و PLME-SET.request خوانده یا نوشته شوند. صفات شامل PHY PIB در جدول ۲۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۲۱- صفات PHY PIB

توصیف	گستره	نوع	شناسانه	صفت
کانال RF برای استفاده برای تمام انتقالها و ودریافت‌های جاری (به بند ۳-۲-۶ مراجعه شود)	۰ تا ۲۶	عدد صحیح	۰x۰۰	phyCurrentChannel
۵ بیت از با ارزشترین بیت‌ها (MSBها) phyChannelsSupported از (b27,...b37) باید ذخیره شوند و به ۰ تنظیم شوند و LSB ۲۷ (b0,b1,...,b26) باید وضعیت (۱=در دسترس، ۰=غیر دسترس) را برای هر یک از ۲۷ کانال معتبر نمایش دهد (b باید وضعیت کانال k را همانطور که در بند ۳-۲-۶ بیان شده است نشان دهد).	به شرح مراجعه شود	نگاشت بیت	۰x۰۱	phyChannelsSupported
2 MSB نشان دهنده آستانه تحمل در توان انتقال است 00=±1 dB 01=±3 dB 10=±6 dB 6 LSB نشان دهنده یک عدد صحیح با علامت در قالب مکمل دو است که با توان انتقال اسمی افزاره در واحد دسیبل نسبت به 1 mW متناظر است. کمترین مقدار phyTransmitPower باید به صورت کمتر یا برابر با 32 dBm - بیان شود.	۰x۰۰ تا ۰xbf	نقشه بیت	۰x۰۲	phyTranmitPower
حالت CCA (به بند ۱۰-۷-۶ مراجعه شود)	۱ تا ۳	عدد صحیح	۰x۰۳	PhyCCAMode

۶-۶ مشخصات PHY ۲۴۵۰ MHz

۱-۶-۶ الزامات

الزامات PHY ۲۴۵۰ MHz در بند ۲-۶-۶ تا بند ۳-۶-۶ تعیین شده‌اند.

۲-۶-۶ نرخ داده

نرخ داده WiBEEM (۲ ۴۵۰ MHz) باید $۳۱/۲۵ \text{ kbit/s}$ ، $۶۲/۵ \text{ kbit/s}$ ، ۱۲۵ kbit/s یا ۲۵۰ kbit/s باشد.

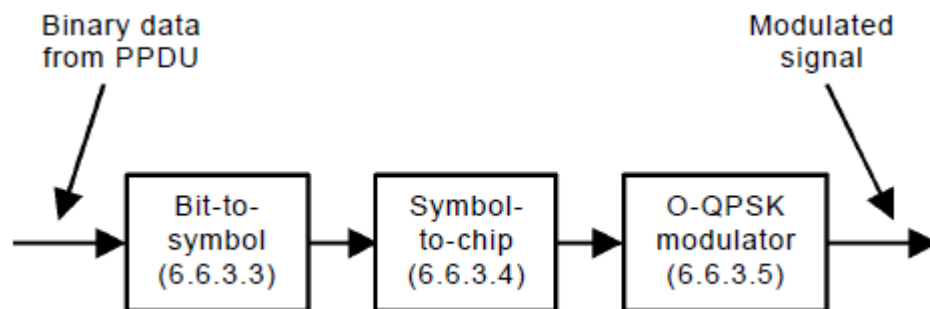
۳-۶-۶ مدوله سازی و گسترش

۱-۳-۶-۶ مرور کلی

PHY ۲ ۴۵۰ MHz یک فن مدوله سازی شبه متعامد ۱۶ آرایه‌ای را در $۳۱/۲۵ \text{ kbit/s}$ تا ۲۵۰ kbit/s به کار می‌گیرد. در طول هر دوره نماد داده، چهار بیت اطلاعاتی برای انتخاب یکی از شانزده دنباله نوفه شبه تصادفی (PN) تقریباً متعامد که منتقل می‌شود، استفاده می‌شود. دنباله‌های PN برای نمادهای داده پی در پی الحاق می‌شوند، و دنباله تراشه انبوهشی با استفاده از کلید زنی جابجایی فاز مربعی آفست (O-QPSK)، بر حامل مدوله می‌شود.

۲-۳-۶-۶ نمودار مدوله مرجع

نمودار بلاک تابعی در شکل ۷ به عنوان یک مرجع برای تعیین مدوله سازی PHY ۲ ۴۵۰ MHz و توابع گسترش (برای $۳۱/۲۵ \text{ kbit/s}$ تا ۵۰۰ kbit/s) فراهم شده است. شماره در هر بلاک به زیر بندی که آن تابع را توصیف می‌کند برمی‌گردد.



شکل ۷- مدوله سازی و توابع در حال گسترش

۳-۳-۶-۶ نگاشت بیت به نماد

برای $۳۱/۲۵ \text{ kbit/s}$ تا ۲۵۰ kbit/s ، تمام داده‌های دودویی حاوی PPDU باید با استفاده از توابع مدوله سازی و گسترش که در شکل ۷ نشان داده شده‌اند، کدبندی شوند. این زیربند توضیح می‌دهد که چگونه اطلاعات دودویی به نمادهای داده نگاشت می‌شوند. ۴ بیت کم ارزش تر هر هشت تایی (b_0, b_1, b_2, b_3) باید به یک نماد داده نگاشت شوند، و ۴ بیت پرارزش تر (b_4, b_5, b_6, b_7) در هر هشت تایی باید به نماد داده بعدی نگاشت شود. هر هشت تایی از PPDU از طریق توابع مدوله سازی و گسترش، و به صورت ترتیبی پردازش می‌شود که از فیلد مقدمه شروع می‌شود و با آخرین هشت تایی PPDU پایان می‌یابد. در هر هشت تایی کم ارزش‌ترین نماد (b_0, b_1, b_2, b_3) اول پردازش می‌شود و پر ارزش‌ترین نماد (b_4, b_5, b_6, b_7) در اولویت دوم پردازش می‌شود.

۴-۳-۶-۶ نگاشت نماد به تراشه

هر نماد داده باید به یک دنباله PN با ۳۲ تراشه نگاشت شود.

برای ۲۵۰ kbit/s، دنباله نگاشت نماد به تراشه در شکل ۸ نشان داده شده است.

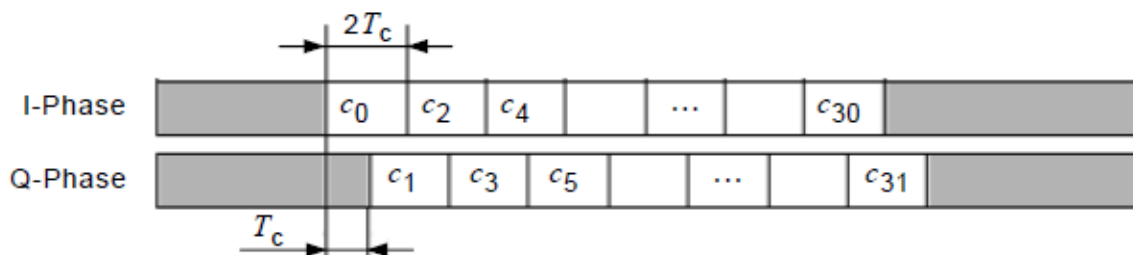
Data symbol binary	Chip value (250 kbit/s)																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0000	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
0001	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
0010	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0
0011	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
0100	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
0101	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
0110	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1
0111	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
1000	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
1001	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1010	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1011	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
1100	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
1101	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1
1110	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
1111	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0

شکل ۸-نگاشت نماد به تراشه

برای سرعت‌های کانال ۱۲۵ kbit/s، ۶۲/۵ kbit/s و ۳۱/۲۵ kbit/s، دنباله تراشه برای ۲۵۰ kbit/s دو، چهار و هشت بار، دوبرابر می‌شود.

۴-۳-۶-۵ مدوله سازی O-QPSK

دنباله‌های تراشه که هر نماد داده را نشان می‌دهند بر حامل با استفاده از O-QPSK با شکل پالس نیم سینوسی مدوله می‌شوند. تراشه‌های با اندیس زوج، بر حامل هم فاز (I) و تراشه‌های با اندیس فرد بر حامل‌های فاز مربعی (Q) مدوله می‌شوند. چون هر نماد داده با دنباله ۳۲ تراشه‌ای نشان داده می‌شود، نرخ تراشه (به صورت اسمی ۲/۰ Mchip/s) برابر نرخ نماد است. برای تشکیل آفست بین مدوله سازی تراشه فاز I و فاز Q، تراشه‌های فاز Q با در نظر گرفتن تراشه‌های فاز I، باید با T_c به تاخیر انداخته شوند (به شکل ۹ مراجعه شود) که T_c معکوس نرخ تراشه است.



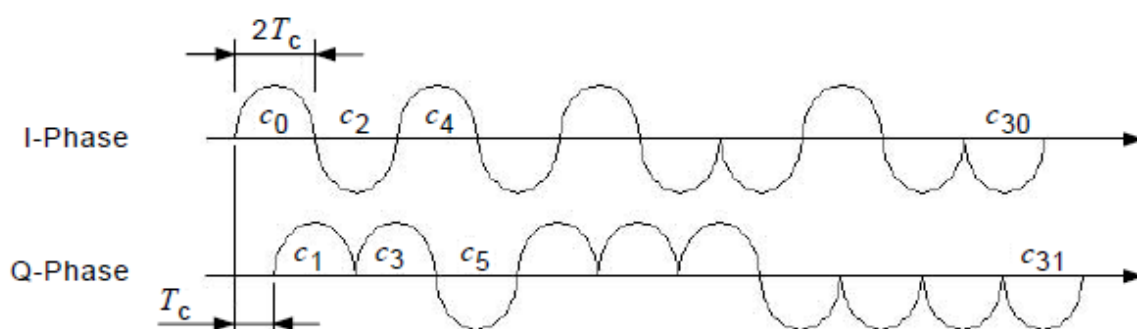
شکل ۹-آفست تراشه O-QPSK

۶-۳-۶-۶ شکل پالس

شکل پالس نیم سینوس مورد استفاده برای ارایه هر تراشه باند پایه در معادله ۱ توضیح داده شده است.

$$p(t) = \begin{cases} \sin\left(\pi \frac{t}{2T_C}\right), & 0 \leq t \leq 2T_C \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

شکل ۱۰ یک دنباله تراشه باند پایه نمونه را با شکل پالس نیم سینوس نشان می دهد.



شکل ۱۰- دنباله های تراشه باند پایه نمونه با شکل پالس

۶-۳-۶-۶ ترتیب انتقال تراشه

در طول هر دوره نماد، کم ارزش ترین تراشه، C_0 ، اول ارسال می شود و پر ارزش ترین تراشه C_{31} آخر ارسال می شود.

۶-۳-۶-۶ ویژگی باند رادیویی MHz ۲۴۵۰

علاوه بر برآورده سازی الزامات تنظیمی منطقه ای، افزاره هایی که در باند MHz ۲۴۵۰ عمل می کنند نیز باید الزامات رادیویی را برآورده سازد.

۶-۳-۶-۶ نرخ نماد

نرخ نماد PHY MHz ۲۴۵۰ باید مقادیر داده شده ای باشد که در جدول ۱ بیان شده است و برای هر نرخ داده گفته شد، آفست بیشینه به صورت $\pm 0,00040$ می باشد.

۶-۳-۶-۶ حساسیت گیرنده

تحت شرایط تعیین شده در بند ۶-۲-۷ یک افزاره سازگار باید قادر باشد حساسیت -85 dBm یا بهتر از آن را بدست آورد.

۶-۳-۶-۶ مقاومت تداخلی گیرنده

سطوح مقاومت تداخلی کمینه در جدول ۲۲ داده شده است. کانال مجاور، کانالی در یکی از هر دو سوی کانال دلخواه است که از نظر بسامد به کانال مورد نظر نزدیک تر است و کانال جایگزین، کانالی است که

یکی از کانال مجاور برداشته شده. به عنوان مثال، هنگامی که کانال ۱۳ کانال دلخواه است، کانال ۱۲ و کانال ۱۴ کانال‌های مجاور هستند و کانال ۱۱ و ۱۵ کانال‌های جایگزین هستند.

جدول ۲۲- الزامات مقاومت تداخلی کمینه برای MHz PHY ۲۴۵۰

رد مجرای مجاور	رد مجرای جایگزین
۰ dB	۳۰ dB

رد کانال مجاور باید به شکل پیش‌رو اندازه‌گیری شود. سیگنال دلخواه باید یک سیگنال داده شبه تصادفی MHz WiBEEM PHY ۲۴۵۰ پذیرا باشد. سیگنال مورد نظر برای گیرنده در سطح dB ۳ بیش از مقدار بیشینه مجاز حساسیت گیرنده، به صورت ورودی است.

در کانال جایگزین یا مجاور، سیگنال WiBEEM PHY در سطح مربوط مشخص در جدول ۲۲ به صورت ورودی است. آزمون باید تنها برای یک سیگنال دارای تداخل در یک زمان اجرا شود. گیرنده باید معیار نرخ خطا را که در بند ۶-۲-۷ تحت این شرایط تعریف شده برآورده کند.

۷-۶ ویژگی‌های رادیویی کلی

۱-۷-۶ ویژگی‌های برنامه کاربردی

ویژگی‌های موجود در بند ۶-۷-۲ تا ۶-۷-۱۰ به یکی از یا هر دو MHz PHY ۲۴۵۰ و MHz PHY ۸۶۸/۹۱۵ اعمال می‌شود.

۲-۷-۶ انتظار گذر TX-to-RX

انتظار گذر TX-to-RX باید کمتر از $aTurnaroundTime$ باشد.

انتظار گذر TX-to-RX باید در واسط هوا از لبه عقبی آخرین نماد انتقال یافته، تا زمانی که گیرنده آماده آغاز دریافت بسته بعدی PHY باشد، اندازه‌گیری شود.

۳-۷-۶ انتظار گذر RX-to-TX

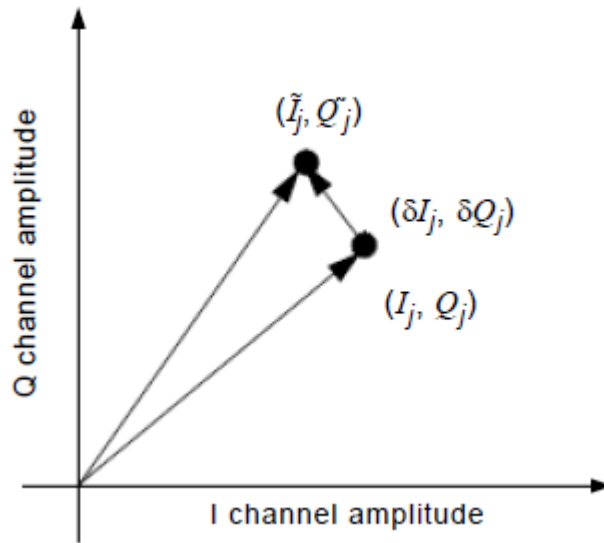
انتظار گذر RX-to-TX باید کمتر از $aTurnaroundTime$ باشد.

انتظار گذر RX-to-TX باید در واسط هوا از لبه عقبی آخرین تراشه (از آخرین نماد) یک بسته دریافتی، تا زمانی که فرستنده برای شروع انتقال ناشی از تایید، آماده باشد، اندازه‌گیری شود. زمان‌های شروع انتقال واقعی را زیر لایه MAC مشخص می‌کند.

۴-۷-۶ تعریف بزرگی بردار خطا

۱-۴-۷-۶ به طور کلی

دقت مدوله سازی یک فرستنده WiBEEM با اندازه گیری EVM تعیین می شود. برای محاسبه اندازه گیری EVM، یک رکورد زمانی از N مقادیر پیچیده تراشه دریافت شده $(\tilde{I}_j, \tilde{Q}_j)$ گرفته می شود. برای هر تراشه پیچیده دریافتی، تصمیمی در مورد این که کدام مقدار تراشه پیچیده انتقال داده شده، گرفته می شود. موقعیت ایده آل تراشه پیچیده انتخابی (مرکز جعبه تصمیم) با بردار (I_j, Q_j) نمایش داده می شود. بردار خطا $(\delta I_j, \delta Q_j)$ به عنوان فاصله از این موقعیت ایده آل تا موقعیت واقعی نقطه دریافتی تعریف می شود (به شکل ۱۱ مراجعه شود).



شکل ۱۱- محاسبه بردار خطا

بنابراین همانطور که در معادله ۲ مشاهده می شود، بردار دریافتی مجموع بردار ایده آل و بردار خطا است.

$$(\tilde{I}_j, \tilde{Q}_j) = (I_j, Q_j) + (\delta I_j, \delta Q_j) \quad (2)$$

EVM برای WiBEEM PHY به شرح ذیل تعریف می شود

$$EVM \equiv \sqrt{\frac{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \delta I_j^2 + \delta Q_j^2}{S^2}} \times 100\%$$

S بزرگی بردار به نقطه چرخه ایده آل است، و $(\delta I_j, \delta Q_j)$ بردار خطا است.

۶-۷-۴-۲ مقادیر محاسبه شده EVM

یک فرستنده WiBEE PHY باید در هنگام اندازه گیری برای ۱۰۰۰ تراشه مقادیر کمتر از ۳۵ درصد داشته باشد. اندازه گیری بردار خطا باید براساس باند پایه تراشه های I و Q پس از بازیابی از طریق یک سامانه گیرنده مرجع انجام شود. گیرنده مرجع باید قفل حامل، بازیابی زمان بندی نماد و تنظیم دامنه در هنگام اندازه گیری را اجرا کند.

۶-۷-۵ آستانه بسامد مرکزی انتقال

آستانه بسامد مرکزی انتقال یافته باید بیشینه $\pm 0,000\ 040$ باشد.

۶-۷-۶ توان انتقال

فرستنده WiBEE باید قادر باشد حداقل $-3\ \text{dBm}$ را انتقال دهد. افزاره ها بهتر است در صورت امکان توان کمتری را انتقال دهند تا تداخل با سایر افزاره ها و سامانه ها را کاهش دهند. توان انتقال بیشینه را نهادهای نظارتی محلی محدود می کنند.

۶-۷-۷ سطح ورودی بیشینه گیرنده سیگنال دلخواه

سطح ورودی بیشینه گیرنده، سطح توان بیشینه سیگنال دلخواه بر حسب دسی بل نسبت به $1\ \text{mW}$ است که در ورودی گیرنده ای که برای آن معیار نرخ خطا در بند ۶-۲-۷ برآورده می شود، ارائه می شود. گیرنده WiBEE باید دارای سطح ورودی بیشینه گیرنده، بیشتر از یا مساوی با $-20\ \text{dBm}$ باشد.

۶-۷-۸ ED گیرنده

اندازه گیری ED گیرنده برای استفاده توسط یک لایه شبکه به عنوان قسمتی از الگوریتم انتخاب کانال، است. که تخمینی از توان سیگنال دریافتی در پهنای باند کانال WiBEE است. هیچ تلاشی برای شناسایی یا کدگذاری سیگنال ها در کانال نمی شود. زمان ED باید معادل با ۸ دوره نماد برای سرعت کانال $250\ \text{kbit/s}$ باشد.

نتیجه ED باید به MLME با استفاده از PLME-ED.confirm به عنوان یک عدد صحیح ۸ بیتی با گستره $0x00$ تا $0xff$ گزارش شود (به بند ۶-۳-۳-۵ مراجعه شود). مقدار کمینه ED (۰) باید توان دریافتی کمتر از ۱۰ دسی بل بیش از حساسیت گیرنده مشخص را نشان دهد، و گستره توان دریافتی اندازه گیری شده توسط مقادیر ED باید کمینه ۴۰ دسی بل باشد. با این گستره، نگاشت از توان دریافتی بر حسب دسی بل به مقادیر ED باید با دقت $\pm 6\ \text{dB}$ خطی باشد.

۶-۷-۹ LQI

اندازه گیری LQI یکی از خصوصیات قدرت و/یا کیفیت یک بسته دریافتی است. اندازه گیری مجاز است با استفاده از گیرنده ED، تخمین نسبت سیگنال به نوفه، یا ترکیبی از این دو روش، پیاده سازی شود. استفاده از نتیجه LQI توسط لایه های شبکه یا کاربرد در این استاندارد تعیین نمی شود. اندازه گیری LQI باید برای هر بسته دریافتی انجام شود، و نتیجه باید با استفاده از PD-DATA.indication به زیر لایه MAC به عنوان یک عدد صحیح با گستره $0x00$ تا $0xff$ گزارش شود (به بند ۶-۳-۲-۴ مراجعه شود).

مقادیر LQI بیشینه و کمینه (0×00 تا $0 \times ff$) بهتر است با بالاترین و پایین ترین کیفیت سیگنال های WiBEEM قابل شناسایی با گیرنده ، در ارتباط باشند و مقادیر LQ در این بین بهتر است به طور یکپارچه بین این دو محدودیت توزیع شوند. حداقل ۸ مقدار یکتای LQ باید مورد استفاده قرار گیرد.

۱۰-۷-۶ CCA

WiBEEM PHY باید قابلیت اجرای CCA را برطبق حداقل یکی از سه روش پیشرو فراهم آورد.

- حالت ۱ CCA: انرژی بیش از آستانه. CCA باید یک رسانه مشغول برای تشخیص هر انرژی بیش از آستانه ED گزارش کند.

- حالت ۲ CCA: تنها شنود حامل. CCA باید یک رسانه مشغول را تنها برای تشخیص یک سیگنال با خصوصیات مدوله سازی و گسترش WiBEEM گزارش دهد. ممکن است این سیگنال بیش از یا کمتر از آستانه ED شود.

- حالت ۳ CCA: شنود حامل با انرژی بیش از آستانه. CCA باید یک رسانه مشغول را تنها برای شناسایی یک سیگنال با خصوصیات مدوله سازی و گسترش WiBEEM با انرژی بیش از آستانه ED گزارش کند.

برای هر یک از حالت های CCA اگر نخستین PLME-CCA.request (به بند ۳-۳-۳-۵) مراجعه شود) توسط لایه PHY در طی دریافت PPDU دریافت شود، CCA باید گزارش یک رسانه مشغول را بدهد. دریافت PPDU ، به دنبال شناسایی SFD در حال پیشرفت در نظر گرفته می شود و در حال پیشرفت باقی می ماند. تا این که تعداد هشت تایی ها، توسط PHR کد شده ای که دریافت شده، مشخص شود،

یک کانال مشغول باید توسط نخستین PLME-CCA.confirm (بند ۳-۳-۳-۶) با وضعیت BUSY نشان داده شود. یک کانال آزاد باید توسط نخستین PLME-CCA.confirm (بند ۳-۳-۳-۶) با وضعیت IDEL نشان داده شود.

صفت PHY PIB از *phy CCAMode* (به بند ۵-۶ مراجعه شود) باید حالت عملیاتی مناسب را نشان دهد. پارامترهای CCA مشمول معیارهای زیر است.

الف) آستانه ED باید بیشینه ۱۰ dB بیش از حساسیت گیرنده مشخص باشد.

ب) زمان شناسایی CCA باید مساوی ۸ دوره نماد باشد.