INSO

17083-3-10

1st. Edition

2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۱۰-۳-۱۷۰۸۳

چاپ اول

۱۳۹۲

فناوری اطلاعات- معماری سامانهِ الکترونیکی خانگی(HES)- قسمت ۳-۱۰: پروتکل بستهِ کوتاه بی‌سیم (WSP) بهینه شده برای برداشت انرژی- پروتکل‌های معماری و لایه‌ی پایینتر

Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-10: Wireless short-packet (WSP) protocol optimised for energy harvesting – Architecture and lower layer protocols

ICS:35.200;35.240.99

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« فناوری اطلاعات- معماری سامانهِ الکترونیکی خانگی(HES)- قسمت ۳-۱۰: پروتکل بستهِ کوتاه بی‌سیم (WSP) بهینه شده برای برداشت انرژی- پروتکل‌های معماری و لایه‌ی پایینتر»

رئیس:	**سمت و / نمایندگی**
صمدیان، علی (لیسانس الکترونیک)	معاون فناوری ارتباطات مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
دبیر:	
یحیایی، مهری (فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات)	سرپرست آزمایشگاه فناوری اطلاعات مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آژ، رضوان (لیسانس کامپیوتر)	کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
تورانی، فرزام (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
زندباف، عباس (لیسانس مهندسی الکترونیک-مخابرات)	کارشناس شرکت ارتباطات زیرساخت
شاهی، فرید (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
عروجی، سیدمهدی (فوق‌لیسانس مدیریت فناوری اطلاعات)	کارشناس استاندارد سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
قادری، فاطمه (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
نادری، مجید (دکترای مهندسی برق - الکترونیک)	عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران **Error! Bookmark not defined.**

کمیسیون فنی تدوین استاندارد ب

پیش‌گفتار و

۱ هدف و دامنه کاربرد ۱

۲ مراجع‌الزامی ۱

۳ تعاریف ۲

۳-۱ اصطلاحات و تعاریف ۲

۳-۲ کوته‌نوشت‌ها ۹

۴ انطباق ۹

۵ معماری ۱۰

۵-۱ توصیف کلی پروتکل ۱۰

۵-۱-۱ مرور کلی ۱۰

۵-۱-۲ لایه‌ی فیزیکی ۱۰

۵-۱-۳ لایه‌ی پیوند داده ۱۱

۵-۱-۴ لایه‌ی شبکه ۱۱

۵-۱-۵ لایه‌ی انتقال ۱۱

۵-۱-۶ لایه‌ی نشست ۱۱

۵-۱-۷ لایه‌ی ارائه ۱۱

۵-۱-۸ لایه‌ی کاربرد ۱۱

۵-۲ توصیف واحد داده ۱۱

۶ لایه‌ی۱- لایه فیزیکی ۱۲

۶-۱ مرور کلی ۱۲

۶-۲توصیف کلی ۱۳

۶-۳ الزامات پروتکل WSP بسامد 315 MHz ۱۶

۶-۴ الزامات پروتکلWSP بسامد 868,3 MHz ۱۸

۶-۵ ساختار قاب ۲۰

۷ لایه۲-لایه پیوند داده ۲۲
۷-۱مرور کلی ۲۲
۷-۲زمان‌بندی زیرتلگرام ۲۲
۷-۳یکپارچگی داده ۲۴
۷-۳-۱ کلیات ۲۴
۷-۳-۲الگوریتم تابع چکیده‌ساز تجمیع ۴ بیتی ۲۵
۷-۳-۳ الگوریتم تابع چکیده‌ساز تجمیع ۸ بیتی ۲۵
۷-۳-۴ الگوریتم تابع چکیده‌ساز بازبینی افزونگی چرخه‌ای(CRC) ۸ بیتی ۲۵
۷-۴ گوش سپاری پیش از سخن‌گویی ۲۶
۸ لایه۳- لایه شبکه ۲۶
۸-۱ مرور کلی ۲۶
۸-۲ تلگرام کلیدی ۲۶
۸-۳ تکرارکننده ۲۷
۸-۳-۱کلیات ۲۷
۸-۳-۲ پاسخ زمانی جلوگیری از تصادم ۲۸
۸-۳-۳ بیت‌های سطح تکرار کننده در بایت STATUS ۲۸
۸-۴ نشانی‌دهی ۲۹
۸-۴-۱ کلیات ۲۹
۸-۴-۲ لفافه‌گذاری ۲۹
پیوست الف (اطلاعاتی) مثال‌های چگونگی ارزیابی مقادیر چکیده ۳۱
کتابنامه ۳۳

پیش‌گفتار

استاندارد "فناوری اطلاعات- معماری سامانهِ الکترونیکی خانگی(HES)- قسمت ۳-۱۰: پروتکل بستهِ کوتاه بی‌سیم (WSP) بهینه شده برای برداشت انرژی- پروتکل‌های معماری و لایه‌ی پایینتر" که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط، توسط مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک تهیه و تدوین شده و در سیصد و هیجدهمین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد رایانه و فناوری اطلاعات مورخ ۹۲/۱۱/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ 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 تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیهٔ این استاندارد به‌کار گرفته شده، به شرح زیر است:

ISO/IEC 14543-3-10:2012, Information technology- home electronic system (HES) architecture – Part 3-10: Wireless short-packet (WSP) protocol optimized for energy harvesting – Architecture and lower layer

« فناوری اطلاعات- معماری سامانهِ الکترونیکی خانگی(HES)- قسمت ۳-۱۰: پروتکل بستهِ کوتاه بی‌سیم(WSP)[1] بهینه شده برای برداشت انرژی- پروتکل‌های معماری و لایه‌ی پایینتر»

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین پروتکل بی‌سیم برای افزاره‌های کم توان، مانند افزاره‌های برداشت انرژی در محیط خانگی است. این پروتکل بی‌سیم، به طورخاص برای پایین نگه‌داشتن مصرف انرژی این حس‌گرها و سوده‌ها طراحی شده است.

مشخصات این طراحی عبارت است از:

- حفظ ارتباطات خیلی کوتاه، غیرمکرر و اغلب تک جهتی
- استفاده از بسامدهای ارتباطاتی که حتی در توان ارسال کم، برد خوبی دارند و از تصادم با اختلال کننده‌ها اجتناب می‌کنند.

این طراحی اجازه استفاده از برداشت‌گرهای کوچک و کم‌هزینه انرژی را می‌دهد که می‌توانند با افزاره‌های مشابه تغذیه شونده با باتری رقابت کنند. پیام‌های ارسالی توسط افزاره‌های دارای انرژی برداشتی به طور عمده توسط افزاره‌های تغذیه شونده توسط خط مثل فعال‌سازهای سوده رله، تکرارکننده‌ها یا دروازه‌ها دریافت و پردازش می‌شوند. این افزاره‌ها با هم‌دیگر قسمتی از سامانه‌ی خودکارسازی خانگی را تشکیل می‌دهند که وقتی منطبق بر مجموعه استانداردهای ISO/IEC 14543 باشد، سامانه‌ی الکترونیکی خانگی تعریف می‌شود.

در این قسمت از استاندارد لایه‌های یک تا سه OSI در پروتکل بسته بندی کوتاه بی سیم WSP تعریف شده است.

سامانه‌ی پروتکل از دو جزء و به صورت اختیاری سه جزء تشکیل شده است که مؤلفه‌هایشان در این استاندارد آمده است. این اجزاء عبارت‌اند از فرستنده، گیرنده و به صورت اختیاری تکرارکننده. تکرارکننده‌ها در صورتی لازم می‌شوند که موقعیت فرستنده و گیرنده طوری باشد که ارتباط مستقیم خوبی نتواند بین آن‌ها برقرار شود.

حفاظت در برابر حملات بدخواهانه در لایه‌های بالا اداره می‌شود و بنابراین در این استاندارد به آن پرداخته نمی‌شود.

۲ مراجع‌الزامی

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 محسوب می‌شود.

---

1 - Wireless short-packet

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 آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

2-1 ISO/IEC 7498-1, Information technology – Open systems interconnection – Basic reference model – Part 1: The basic model

2-2 EN 300 220-1, Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW – Part 1: Technical characteristics and test methods

۳ تعاریف

۳-۱ اصطلاحات، تعاریف و کوته نوشت‌ها

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۳-۱-۱

پوش کلید جابجایی دامنه[1]

پوش ASK

پوشِ سیگنال مدوله‌سازی شده

۳-۱-۲

بازه بیت[2]

بازه زمان انتقال میانه‌ی سطح توان پوش ASK در دنباله‌ی متناوب

یادآوری ۱- جزییات در شکل ۲ آمده است.

۳-۱-۳

خطای بازه بیت[3]

انحراف مدت بیت از مدت بیت مشخص شده

۳-۱-۴

بایت[4]

نمایش‌دهنده‌ی ۸ بیت

1 -Amplitude shift keying envelope
2- Bit duration
3- Bit duration error
4-Byte

۵-۱-۳

تصادم[1]

دو فرستنده‌ی بی‌سیم که از یک کانال بی‌سیم استفاده می‌کنند و در یک زمان داده ارسال می‌کنند.

۶-۱-۳

وارسی افزونگی چرخه‌ای

(CRC)[2]

الگوریتم چکیده‌ساز یکپارچگی مبتنی بر تقسیم چند جمله‌ای

۷-۱-۳

داده[3]

داده‌ی پایه‌بار[4] برنامه‌ی کاربردی که در تلگرام ارسال می‌شود.

۸-۱-۳

برداشت انرژی[5]

انرژی موجود در محیط افزاره که گیراندازی[6] و ذخیره (برداشت) می‌شود تا توان عملیات افزاره را تامین کند.

یادآوری ۱- فعال‌گری مکانیکی، تابش خورشیدی، تفاوت‌های دمایی و غیره نمونه هایی از منابع انرژی هستند.

۹-۱-۳

قاب[7]

مجموعه داده‌ای که به صورت یک واحد کامل در لایه‌ی فیزیکی ارسال می‌شود.

یادآوری ۱- قاب حاوی داده‌های لازم واپایش پروتکل و همزمان‌سازی برای انتقال بین گره‌های شبکه است.

۱۰-۱-۳

چکیده‌ساز[8]

میدان مشخص‌کننده‌ی مقدار چکیده‌ساز برای واپایش یکپارچگی داده در هر تلگرام و زیر تلگرام ارسالی

1- Collision
2- Cyclic redundancy check
3- DATA
4- Payload
5- Energy harvesting
6- Captured
7- Frame
8- HASH

۱۱-۱-۳

نیم بایت بالایی[1]

۴ بیت بالایی هر بایت

یادآوری ۱- ارزش N در بایت0xNM

۱۲-۱-۳

دامنه‌ی حالت بالا[2]

سطح توان در سطح حالت بالا

۱۳-۱-۳

سطح حالت بالا[3]

سطح پوش ASK که دامنه‌ی حالت بالا را نمایش می‌دهد.

یادآوری ۱- این تعریف هم راستا با سطوح ایستا در5.2.2.5 ,IEEE 194-1977 است و شکل ۲ تصویری از آن است.

۱۴-۱-۳

شناسه‌ی افزاره‌ی مقصد (DESTID)[4]

شناسه‌ی منحصر به فرد افزاره‌ی مقصد در تلگرام WSP که از چهار بایت تشکیل شده است.

۱۵-۱-۳

شناسه‌ی افزاره‌ی فرستنده (TXID)[5]

شناسه‌ی منحصر به فرد افزاره‌ی فرستنده‌ی پروتکل WSP که از چهار بایت تشکیل شده است.

۱۶-۱-۳

بیت‌های معکوس(INV)[6]

پس از بیت‌های سوم و ششم در زیر قاب توسط رویه کدگذاری افزوده می‌شود تا محتوای داده DC کاهش یابد.

۱۷-۱-۳

گوش‌سپاری پیش از سخن‌گویی(LBT)[7]

فن وارسی اشغال کانال بی‌سیم قبل از ارسال هر گونه قاب

1- High nibble
2- High state amplitude
3- High state level
4- Identity of the destination device
5- Identity of the transmitting device
6- Inverse bits
7- Listen before talk

۱۸-۱-۳

نیم بایت پایین[1]

۴ بیت پایینی هر بایت

یادآوری ۱- ارزش M در بایت 0xNM

۱۹-۱-۳

دامنه‌ی حالت پایین[2]

سطح توان در سطح حالت پایین

۲۰-۱-۳

سطح حالت پایین[3]

سطح پوش ASK که دامنه‌ی حالت پایین را نمایش می‌دهد.

یادآوری ۱- این تعریف مطابق سطوح ایستا در IEEE 194-1977, 5.2.2.5 است و شکل ۲ تصویری از آن است.

۲۱-۱-۳

سطح توان میانه[4]

میانه‌ی بین سطح حالت بالا و سطح حالت پایین در پوش ASK

یادآوری ۱- تصویر در شکل ۲ آمده است.

۲۲-۱-۳

فرارفت منفی[5]

اختلاف بین سطح اوج کمینه و سطح حالت پایین پوش ASK پس از این که گذار از حالت بالا به حالت پایین اتفاق افتاده باشد.

یادآوری ۱- تصویر در شکل ۲ آمده است.

۲۳-۱-۳

فرورفت منفی[6]

اختلاف بین سطح اوج بیشینه و سطح حالت پایین پوش ASK پس از این که گذار از حالت بالا به حالت پایین اتفاق افتاده باشد.

یادآوری ۱- تصویر در شکل ۲ آمده است.

---

1 - Low nibble
2- Low state amplitude
3- Low state level
4 - Mesial power level
5-Negative overshoot
6-Negative undershoot

۲۴-۱-۳

نیم بایت[1]

مجموع چهار بیت یا نصف یک بایت

۲۵-۱-۳

فرارفت مثبت[2]

اختلاف بین سطح اوج بیشینه و سطح حالت بالا پوش ASK پس از این که گذار از حالت پایین به حالت بالا اتفاق افتاده باشد.

یادآوری ۱- تصویر در شکل ۲ آمده است.

۲۶-۱-۳

فرورفت مثبت[3]

اختلاف بین سطح اوج کمینه و سطح حالت بالا پوش ASK پس از لین که گذار از حالت پایین به حالت بالا اتفاق افتاده باشد.

یادآوری ۱- تصویر در شکل ۲ آمده است.

۲۷-۱-۳

زمان سررسید افزاره‌ی گیرنده[4]

در افزاره‌ی گیرنده مدت زمان بیشینه‌ی بین انتهای نخستین زیرتلگرام و انتهای آخرین زیرتلگرام متعلق به یک تلگرام را تعیین می‌کند.

۲۸-۱-۳

تلگرام‌های تکرارکننده[5]

تلگرام‌های ارسالی توسط تکرارکننده

۲۹-۱-۳

تکرارکننده[6]

تلگرام‌ها را دریافت می‌کند و سیگنال‌های بازآوری شده را به تمام گیرنده‌های WSP ارسال می‌کند.

1-Nibble
2-Positive overshoot
3-Positive undershoot
4-Receiving device maturity time
5-Repeated telegrams
6-Repeater

۳-۱-۳۰

زیرقاب[1]

بایت زیرتلگرام که با اطلاعات هم‌زمانی و واپایش پروتکل بسط یافته است.

۳-۱-۳۱

زیرتلگرام[2]

کوچک‌ترین واحد داده‌ی تفسیرشده که حاوی میدان‌های نوع تلگرام (RORG)، بارپایه (DATA)، شناسه‌ی فرستنده (TXID)، STATUS و HASH

۳-۱-۳۲

تلگرام کلیدی[3]

تلگرام دارای میدان‌های نوع تلگرام (RORG)، بار پایه (DATA)، شناسه‌ی فرستنده (TXID)، STATUS و HASH

یادآوری ۱- ساختار تلگرام سوده با تلگرام‌هایی که در آن‌ها طول میدان‌های RORG و HASH فقط ۴ بیت است و میدانSTATUS ندارد، فرق می‌کند.

۳-۱-۳۳

بیت‌های هم‌زمانی

(SYNC)[4]

بیت‌های درج شده توسط رویه کدگذاری در انتهای هر زیرقاب (به غیر از زیرقاب آخر) برای ارائه‌ی هم‌زمان‌سازی مجدد ساعت.

یادآوری ۱- بیت‌های همزمانی همچنین محتوای DC داده‌های ارسال شده را کاهش می‌دهند و برای اطمینان از اطمینان‌پذیری و یکپارچگی داده قابل استفاده است.

۳-۱-۳۴

تلگرام[5]

واحد داده‌ای متشکل از یک یا چند زیرتلگرام همسان

یادآوری ۱- تلگرام دارای ساختار و اطلاعات مشابه زیرتلگرام است.

1-Subframe
2-Subtelegram
3-Switch telegram
4-Synchronisation bits
5-Telegram

۳۵-۱-۳

نوع تلگرام

(RORG)[1]

معرف نوع تلگرام در پروتکلWSP

یادآوری ۱- این نوع تلگرام در استاندارد ISO/IEC 8825-2 با CHOICE نشان داده می‌شود.

یادآوری ۲- تلگرام‌ها بر چند نوع هستند ولی به غیر از تلگرام سوده، تلگرام دیگری در این استاندارد تعریف نشده است.

۳۶-۱-۳

شیار زمانی[2]

واحد ۱ میلی ثانیه‌ای مدت سررسید RX یاTX

۳۷-۱-۳

زمان پیش‌ارسال افزاره‌ی فرستنده[3]

مدت زمان بین فعال‌سازی افزاره‌ی فرستنده و ارسال بیت مقدم نخست

۳۸-۱-۳

زمان سررسید افزاره‌ی فرستنده[4]

مدت زمان بیشینه‌ی لازم برای ارسال یک تلگرام کامل که در افزاره‌ی ارسال‌کننده تعیین شده است.

۳۹-۱-۳

زمان بیش‌پیمایی افزاره‌ی فرستنده[5]

مدت زمان بین غیرفعال‌سازی بلوک‌های TX و پایان آخرین بیتEOF

1- Telegram type
2 - Time slot
3 - Transmitting device lead time
4 - Transmitting device maturity time
5 - Transmitting device overtravel time

۳-۲ کوته‌نوشت‌ها

ASK	Amplitude Shift Keying	کلید جابجایی دامنه
CRC	Cyclic Redundancy Check	بازبینی افزونگی چرخه‌ای
DC	Direct Current	جریان مستقیم
DESTID	Destination device Identity	شناسه‌ی افزاره‌ی مقصد
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power	توان تابشی همسانگرد موثر
ERP	Effective Radiated Power	توان تابشی موثر
EOF	End of Frame	پایان قاب
INV	Inverse bits	بیت‌های معکوس
LBT	listen before talk	گوش‌سپاری پیش از سخن‌گویی
MSB	Most Significant Bit	باارزش‌ترین بیت
PRE	Preamble	مقدم
RX	Receiver	گیرنده
RORG	Telegram type	نوع تلگرام
SOF	Start Of Frame	آغاز قاب
SYNC	Synchronization bits	بیت‌های هم‌زمانی
TX	Transmitter	فرستنده
TXID	Transmitting device Identity	شناسه‌ی افزاره‌ی فرستنده
WSP	Wireless Short-Packet	بسته‌ی کوتاه بی‌سیم

۴ انطباق

سه جزء سامانه‌ی پروتکل WSP که مشخصاتشان در این استاندارد آمده است عبارتند از فرستنده، گیرنده و تکرارکننده. تکرارکننده‌ها باید بتوانند تلگرام‌ها را هم ارسال و هم دریافت کنند و بنابراین باید هم الزامات فرستنده‌ها و هم الزامات گیرنده‌ها را پشتیبانی کنند.

این اجزاء برای مطابقت با این استاندارد ملی باید پشتیبان یکی از دو بسامد بی‌سیم مشخص شده باشند مگر آن که مقررات محلی، بسامد دیگری را اجباری کرده باشد. فرستنده باید در بسامد انتخابی، تمام الزامات فرستنده که به طور صریح به عنوان اختیاری فهرست نشده است، را پشتیبانی نماید و گیرنده باید تمام الزامات گیرنده که به طور صریح به عنوان اختیاری فهرست نشده است، را پشتیبانی نماید. این الزامات در قسمت ۵-۲ و بندهای ۶، ۷ و ۸ آمده است.

۵ معماری

۵-۱ توصیف کلی پروتکل

۵-۱-۱ مرور کلی

مرور کلی جامعی از پشته پروتکل بسته‌ی کوتاه بی‌سیم (WSP) در این بند فرعی ارائه شده است (به جدول ۱ مراجعه شود) که پروتکل لایه‌ای سبکی است و برای کمینه سازی تقاضای انرژی و احتمال وقوع تصادم در انتقال طراحی شده است. این پشته پروتکل دارای ساختار مدل مرجع OSI است (به استاندارد ISO/IEC 7498-1 مراجعه شود).

جدول ۱- ساختار پشته پروتکلOSI

استاندارد	لایه	خدمات	واحدهای داده
در این استاندارد تعریف نشده است	کاربرد		
	ارائه		
	نشست		
	ترابرد		
ISO/IEC 14543-3-10	شبکه	تلگرام‌های نشانی‌دار مقصد (لفافه‌گذاری/لفافه‌برداری)[1] تبدیل تلگرام سودهی (پردازش RORG و STATUS) تکرارگری (پردازش STATUS)	تلگرام
	لایه‌ی پیوند داده	ساختار زیرتلگرام الگوریتم‌های چکیده‌سازی زمان‌بندی زیرتلگرام گوش‌سپاری پیش از سخن‌گویی	زیرتلگرام
	لایه‌ی فیزیکی	کدگذاری/کدگشایی(INV و SYNC) دریافت/ارسال بی‌سیم	بیت ها/قاب

۵-۱-۲ لایه‌ی فیزیکی

در لایه‌ی فیزیکی، داده‌ها در باند بسامدی 315 MHz یا 868,3 MHz با نرخ داده‌ای 125 kbit/s و کلید جابجایی دامنه (ASK) ارسال می‌شود. فاصله‌ی کارکردی این سامانه تا ۳۰۰ متر دید مستقیم شامل ناحیه‌ی فرنل و تا ۳۰ متر در ساختمان‌ها است. این شاخص‌ها ممکن است موضوع مقررات ملی نیز باشند. مدت یک بیت 8 µs است.داده‌ها به صورت قاب ارسال می شوند که تشکیل شده است از بیت

1- Encapsulation/Decapsulation

مقدم (PRE)، دنباله‌ی آغاز قاب (SOF)، زیر قاب‌ها (شامل بیت‌های معکوس و هم‌زمانی) و دنباله‌ی پایان قاب (EOF). جزییات بیش‌تر در بند ۶ آمده است.

۵-۱-۳ لایه‌ی پیوند داده

زیرتلگرام قسمتی از قاب بدون بیت مقدم (PRE)، آغاز قاب (SOF)، بیت‌های معکوس (INV)، بیت‌های هم‌زمانی (SYNC) و پایان قاب (EOF) است. زیرتلگرام به لایه‌ی پیوند داده ارسال می‌شود تا یکپارچگی داده‌ای‌اش در آن‌جا وارسی شود. اگر نتیجه منفی باشد، کنار گذاشته می‌شود وظیفه‌ی دیگر لایه‌ی پیوند داده مدیریت زمان‌بندی زیرتلگرام دریافت/ارسالی است. مبنای زمان‌بندی زیرتلگرام نیز الگوریتمی است که تضمین می‌کند احتمال تصادم‌های زیرتلگرام‌ها تا حد ممکن کم باشد. در صورت امکان، پروتکل WSP برای کاستن خطر تصادم، از فن گوش‌سپاری پیش از سخن‌گویی (LBT) استفاده می‌کند. این الگوریتم (به قسمت ۷-۴ مراجعه شود) اطمینان می‌دهد که به هنگام اشغال بودن کانال بی‌سیم هیچ انتقالی آغاز نشود.

۵-۱-۴ لایه‌ی شبکه

در لایه‌ی شبکه سه کار انجام می‌شود که عبارتند از فرایند تبدیل، فرایند تکرارگری و به طور بالقوه فرایند هدف‌گیری. در اولین کار، تبدیل بین تلگرام‌های سوده و عادی انجام می‌شود (به قسمت ۸-۲ مراجعه شود). فرایند تکرارگری هنگامی انجام می‌شود که سیگنال‌های بی سیم به قدری ضعیف باشند که نتوانند به طور مستقیم به گیرنده برسند و افزاره‌های واسط را در برگیرند، به طور مثال، تکرارکننده‌هایی که بین فرستنده و گیرنده‌ی نهایی سیگنال بی‌سیم نصب شده است (به قسمت ۸-۳ مراجعه شود). در فرایند دیگر این لایه، تلگرامی حاوی نشانی‌های هدف نقش است. بیشتر تلگرام‌ها پخشی هستند و بنابراین حاوی شناسه‌ی مقصد (DESTID) نیستند. اما اگر تلگرام نشانی‌دار باشد دارای قالب لفافه‌ای است (به قسمت ۸-۴ مراجعه شود).

۵-۱-۵ لایه‌ی انتقال

این لایه در این استاندارد شرح داده نشده است.

۵-۱-۶ لایه‌ی نشست

این لایه در این استاندارد شرح داده نشده است.

۵-۱-۷ لایه‌ی ارائه

این لایه در این استاندارد شرح داده نشده است.

۵-۱-۸ لایه‌ی کاربرد

این لایه در این استاندارد شرح داده نشده است.

۵-۲ توصیف واحد داده

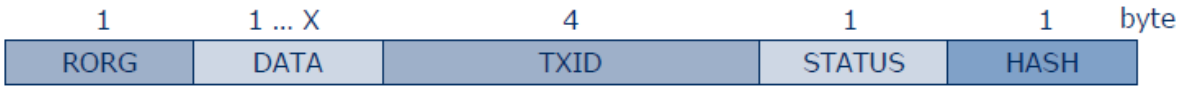
پروتکل ارتباطی، مبتنی بر بسته است و واحدهای داده به سه نوع مختلف هستند:

- قاب

- زیرتلگرام
- تلگرام

قاب نشان‌گر داده‌ی کدگذاری شده در لایه‌ی فیزیکی است و شامل اطلاعات هم‌زمانی و واپایش برای گیرنده است. قاب به صورت دنباله‌ی متوالی بیت به بیت ارسال می‌شود. زیرتلگرام حاصل فرایند کدگشایی است که در آن داده‌های هم‌زمانی (SYNC) و واپایشی (PRE، SOF ، INV وEOF) از قاب برداشته می‌شود. ساز و کار معکوس به منظور استخراج قاب از زیرتلگرام را فرایند کدگذاری گویند.

پردازش زیرتلگرام‌ها در لایه‌ی پیوند داده انجام می‌گیرد. پروتکل به گونه‌ای طراحی شده است که اغلب پروتکلی تک‌جهتی و بدون فرایند دست‌دادن[1] باشد. تا اطمینان حاصل شود که اطمینان‌پذیری ارسال در گستره‌ی زمانی مشخصی تا سه زیرتلگرام همانند ارسال می‌شود. هر زیرتلگرام ارسالی نقش یک واحد هسته‌ای را ایفا می‌کند و حاوی تمامی داده‌های تلگرام ترکیب شده است. ساختار داده‌ای زیرتلگرام در شکل ۱ نشان داده شده است و در آن هر بایت از ۸ بیت تشکیل شده است.



شکل ۱- ساختار زیرتلگرام

میدان‌های عمومی عبارت‌اند از:

- RORG: معرف نوع زیرتلگرام است. این انواع به استثنای زیرتلگرام‌های سوده (۸-۲) و زیرتلگرام‌های لفافه‌دار(۸-۴)، در این استاندارد تعریف نشده است.
- DATA: بارپایه‌ی زیرتلگرام ارسالی
- TXID : معرف فرستنده است و هر فرستنده دارای شناسه‌ی ۴ بایتی منحصر به فردی است.
- STATUS: مشخص می‌کند که زیرتلگرام از تکرارکننده ارسال شده است یا خیر و نوع ساز و کار واپایش یکپارچگی استفاده شده را نشان می‌دهد. این میدان در تلگرام کلیدی وجود ندارد.
- HASH: ارزش وارسی یکپارچگی داده در تمام بایت‌ها. به قسمت ۷-۳ مراجعه شود.

طول زیرتلگرام در ساختار آن ارسال نمی‌شود و با شمارش تعداد بایت‌های شروع از RORG تا پایان HASH مشخص می‌شود.

۶ لایه‌ی۱- لایه فیزیکی

۶-۱ مرور کلی

در این بند پارامترهای فیزیکی که باید در پروتکل WSP پشتیبانی شود، شرح داده شده است. تعریف و تصویر پارامترهای فیزیکی که مشخصاتشان در پروتکل‌های WSP آمده است در بند فرعی بعدی آمده

1- Handshaking

است. مقادیر مورد پشتیبانی دو بسامد بی سیم مشخص شده در این استاندارد در بندهای فرعی ۶-۳ و ۶-۴ آمده است. بودجه‌ی خط پیوندی این پروتکل‌ها نیز ارائه شده است.
ساختار و کدگذاری قاب‌های پروتکل بی‌سیم هم در قسمت ۶-۵ آمده است.

۶-۲ توصیف کلی

در این بند فرعی پارامترهای فیزیکی دو بسامد بی‌سیم 315 MHz و 868/3 MHz پروتکل WSPشرح داده شده است که باید مورد پشتیبانی سامانه‌ی سیگنال‌دهی WSP باشد. این شامل تمام پارامترهای الکتریکی و رواداری‌های مربوطه برای فرستنده و گیرنده است.

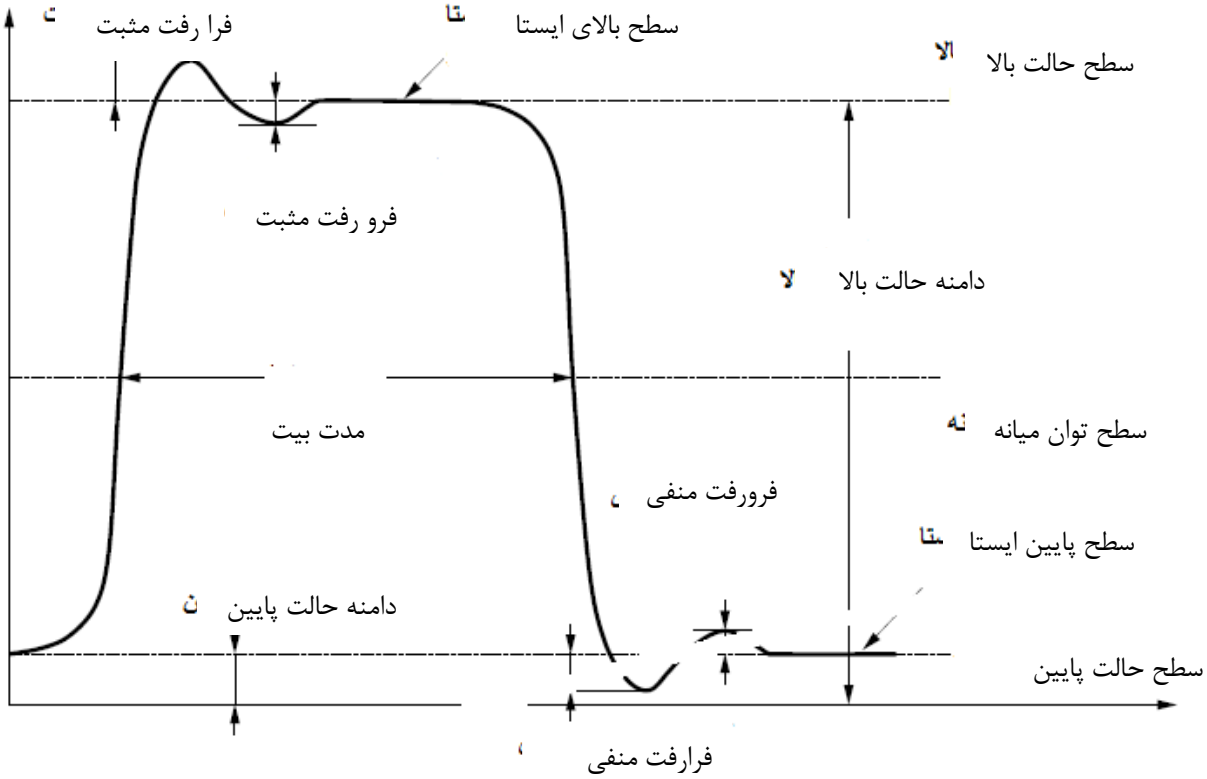
بسامد مرکزی TX بسامدی است که فرستنده باید در آن عمل گسیل را انجام دهد. میزان انحراف مرکز بسامد واقعی TX از این مقدار فقط می‌تواند به میزان بیشینه رواداری بسامد TX باشد.

یادآوری- بسامدهای مرکزی پایین‌تر از 1 GHz انتخاب شده‌اند تا نفوذ خوبی در ساختمان به دست آید و مصرف توان کم باشد.

بیشینه چرخه

خابی است. به طور مثال پروتکلs WSP درMHz 315 می‌تواند طی 10 msدر یک ارسال ساده فرستاده شده یا طی قاب زمانی ۱۰۰میلی‌ثانیه‌ای ۱۰ بار در 1ms ارسال کند که هر دو در بیشینه‌ی 10 ms درگستره‌ی زمانی 100 ms است.hbngshg

نوع مدوله‌سازی، صفر و یک منطقی. نوع مدوله‌سازی در پروتکل WSP کلید جابجایی دامنه (ASK) است. یعنی سطح توان سیگنال TX برای ارسال اطلاعات بهینه می‌شود. تبدیل اطلاعات در لایه‌ی فیزیکی انجام می‌شود. به طوری که وقتی ۱ منطقی ارسال می‌شود سطح توان TX در حالت پایین است و وقتی صفر منطقی ارسال می شود در حالت بالا است. انتخاب ASK به این دلیل بوده است که هنگام ارسال ۱ منطقی از مصرف توان کاسته شود.



شکل ۲- تصویر پوش و پارامترهای فیزیکی مختلف

شکل ۲ نشان‌گر پوش ASK با یک گذار از یک منطقی به صفر و بازگشت به یک است. پوش ASK سطح توان سیگنال بی‌سیم، طی مدتی مفروض است. پارامترهای فیزیکی مختلف نیز در شکل ۲ نشان داده شده است که برای درک چگونگی تعریف پروتکل WSP لازم است.

نسبت دامنه‌ی حالت بالا به حالت پایین TX مشخص می‌کند که به هنگام ارسال یک منطقی به چه میزان از سیگنال TX کاسته شده است. این نسبت نباید خیلی کم باشد زیرا اکثر گیرنده‌ها به کمینه نسبت دامنه‌ی حالت بالا به حالت پایین TX نیاز دارند. همچنین نباید خیلی زیاد باشد زیرا برای برخی ساز وکارهای واپایش خودکار بهره مشکلاتی را پدید می‌آورد. سطح حالت بالا توسط سطح بالای ایستا تعریف می‌شود. سطح بالای ایستا را می‌توان با سودهی فرستنده در سطح حالت بالا و منتظر ماندن برای توقف تمام نوسانات تعیین کرد. سطح حالت پایین با سطح پایین ایستا تعریف می‌شود. سطح پایین ایستا را می‌توان با سودهی فرستنده در سطح حالت پایین و منتظر ماندن برای توقف تمام نوسانات تعیین کرد.

نرخ بیشینه فرارفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX مشخص می‌کند که سطح توان سیگنال بی‌سیم به چه میزان مجاز است که از سطح بالای ایستا بیش‌تر باشد (به شکل ۲ مراجعه شود).

نرخ بیشینه فرارفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین TX مشخص می‌کند که سطح توان سیگنال بی‌سیم به چه میزان مجاز است که از سطح پایین ایستا کم‌تر باشد (به شکل ۲ مراجعه شود).

نرخ **بیشینه فرورفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX** مشخص می‌کند که سطح توان سیگنال بی‌سیم به چه میزان مجاز است که از سطح بالای ایستا کم‌تر باشد (به شکل ۲ مراجعه شود).

نرخ بیشینه فرورفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین TX مشخص می‌کند که سطح توان سیگنال بی‌سیم به چه میزان مجاز است که از سطح پایین ایستا بیش‌تر باشد (به شکل ۲ مراجعه شود).

نرخ بیت TX نرخ ارسال بیت‌ها است.

یادآوری- به منظور ایجاد رگبارهای کوتاه، نرخ داده‌ی به نسبت بالا انتخاب شده است. این امر به کاهش مصرف انرژی در فرستنده نیز کمک می‌کند.

مدت بیت TX عبارت است از مدت زمان بیت دو گذار سطح توان میانه از یک منطقی به صفر منطقی و برگشت به یک منطقی (به شکل ۲ مراجعه شود).

بیشینه رواداری نرخ بیت TX عبارت است از بیشینه انحراف قابل رواداری از نرخ بیت TX مجاز برای کار فرستنده

بیشینه خطای مدت بیت TX عبارت است از بیشینه انحراف قابل رواداری از مدت بیت TX مجاز برای استفاده‌ی فرستنده

زمان سررسید TX عبارت است از مدتی که سیگنال شروع به گسیل از فرستنده می‌کند تا آغاز نخستین بیت مقدم.

مدت بیش‌پیمایی[1] TX عبارت است از مدتی پس از ارسال آخرین بیت پایان قاب (EOF) که سیگنال همچنان در حال گسیل از فرستنده است.

توان تابشی همسانگرد موثر TX عبارت است از توان تابشی آنتن در مقایسه با آنتن همسانگرد آرمانی که دارای بهره‌ی 0 dBi است. این توان را می‌توان از توان TX و بهره‌ی آنتن محاسبه کرد. جزییات در بندهای ۶-۳و ۶-۴ آمده است.

عملکرد مسدودسازی RX عبارت است از میزان مقاومت گیرنده در برابر سایر سیگنال‌ها که بستگی به نسبت سطح توان بین سیگنال دیگر و پروتکلWSP و انحراف آن از بسامد مرکزی TX دارد.

بسامد مرکزی RX عبارت است از بسامدی که قرار است گیرنده در آن عمل دریافت را انجام دهد.

بیشینه رواداری بسامد RX. بسامد RX فقط به اندازه‌ی بیشینه رواداری بسامد RX می‌تواند از بسامد مرکزی انحراف داشته باشد. لازم به یادآوری است که پهنای باند گیرنده باید آن قدر باشد که بتوان انحراف بسامد TX را در نظر گرفت.

انحراف حالت توان بالای RX بین دو رواداری حالت بالای متوالی به این دلیل مطرح می‌شود که فرستنده‌های برداشت‌گر انرژی دارای منبع تغذیه‌ی دائمی نیستند. محوشدگی منبع تغذیه ممکن است به تغییراتی در سطح توان خروجی فرستنده منجر شود. بنابراین گیرنده باید بتواند در برابر چنین تغییراتی قابلیت رواداری داشته باشد.

رواداری

کمینه نسبت فرارفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX

کمینه نسبت فرارفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین TX

1 - Overtravel time

کمینه نسبت فرورفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX

کمینه نسبت فرورفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین TX

کمینه نرخ بیت RX

کمینه خطای مدت بیت RX

و نسبت دامنه‌ی حالت بالا به دامنه‌ی حالت پایین RX

گیرنده (RX) باید بتواند دست‌کم این کمینه مقادیر نسبت را رواداری کند. مقادیر خارج از این گستره به معنای عملکرد بهتر است. تصویر این نسبت‌ها در شکل ۲ آمده است.

حساسیت RX عبارت است از دامنه‌ی حالت بالایی در ورودی گیرنده که در آن نرخ خطای بیت به علت نوفه[1] از 10^{-3} بیش‌تر است. مقادیر کم‌تر به معنای عملکرد بهتر است یعنی فرستنده و گیرنده را بیش‌تر می‌توان از هم جدا کرد.

بیشینه سطح توان RX عبارت است از دامنه‌ی حالت بالایی در ورودی گیرنده که در آن نرخ خطای بیت به علت اعوجاج سیگنالی ناشی از سیگنال‌های خیلی قوی از 10^{-3} بیش‌تر است. مقادیر بیش‌تر به معنای عملکرد بهتر است یعنی فرستنده و گیرنده را بیش‌تر می‌توان نزدیک‌تر کرد.

۶-۳ الزامات پروتکل WSP بسامد 315 MHz

الزامات پروتکل WSP بسامد 315 MHz در این بند فرعی ارائه شده است. در جدول ۲ فهرست تمام مقادیر پارامتری لازم آمده است که باید هم در فرستنده هم در تکرارکننده رعایت شوند. در جدول ۳ فهرست تمام مقادیر پارامتری لازم آمده است که باید هم در گیرنده هم در تکرارکننده رعایت شوند. تمامی این پارامترها در قسمت ۶-۲ در بالا شرح داده شده است. مقادیر بودجه‌ی خط پیوند و گستره سامانه نیز آمده است.

جدول ۲ – الزامات فرستنده برای پروتکل بسامدMHz 315

پارامترها	مقدار یا استاندارد اعمالی
بسامد مرکزیTX	fc=315 MHz
بیشینه رواداری بسامدTX	± 82/634 kHz
بیشینه چرخه‌ی کارTX	10 ms در 100 ms (۱۰درصد)[a]
نوع مدوله‌سازیTX	ASK
۰منطقی	حالت توان بالا[b]
۱ منطقی	حالت توان پایین[b]
نسبت دامنه‌ی حالت بالا به حالت پایین TX	20 dB تا 36 dB
بیشینه نسبت فرارفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX	1 dB
بیشینه نسبت فرارفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین TX	4 dB
بیشینه نسبت فرورفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX	0/5 dB

1 - Noise

ادامه جدول شماره ۲

بیشینه نسبت فرورفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین TX	2 dB
نرخ بیت TX	125 kbit/s
مدت بیتTX بیشینه رواداری نرخ بیت TX	8 µs ± 5%
بیشینه خطای مدت بیت TX	±0/5 µs
مدت سررسید TX	0 µs تا 56 µs [c]
مدت بیش‌پیمایی TX	0 µs تا 40 µs [d]
TX EIRP	-9 dBm تا -3 dBm [e]
A ناشی از مقررات ملی B توجه شود که این بیت‌ها در واسط بی‌سیم تبدیل شده‌اند C به جز ۱ قبل از مقدم D به جز دنباله ۱۱ بعد از EOF e ناشی از مقررات ملی	

جدول ۳ – الزامات گیرنده برای پروتکل بسامد315 MHz

پارامترها	**مقدار یا استاندارد کاربردی**
عملکرد مسدودسازی RX	EN 300 220-1,9.3.3 برای گیرنده‌های کلاس ۲
بسامد مرکزی RX بیشینه رواداری بسامد RX	fc 315 =MHZ ± 17/336 kHz
انحراف حالت توان بالای RX بین دو رواداری حالت بالای متوالی	-1/5 dB تا 3 dB
کمینه رواداری نسبت فرارفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای RX کمینه رواداری نسبت فرارفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین RX کمینه رواداری نسبت فرورفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالا RX	3 dB 16 dB 1/5 dB
کمینه رواداری نسبت فرورفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین RX کمینه رواداری نرخ بیتRX	6 dB 6/25٪
کمینه رواداری خطای مدت بیت RX رواداری نسبت دامنه‌ی حالت بالا به دامنه‌ی حالت پایینRX حساسیت RX	± 3 µs بهتر از 16 dB تا 50 dB بهتر از -95 dB
بیشینه سطح توان RX	بهتر از -10 dB

مقادیر بودجه‌ی خط پیوند برای پروتکل WSP بسامد 315 MHz در جدول ۴ آمده است، این مقادیر کمینه بودجه‌ی خط پیوند یک سامانه پشتیبانی است که این پروتکل باید پشتیبانی کند و برای تخمین

گستره سامانه به کار می‌رود. چون در بسامد 315 MHz نفوذ در ساختمان‌ها خوب است از حاشیه به نسبت کوچکی برای خط پیوند استفاده شده است.

جدول ۴ کمینه بودجه‌ی خط پیوند لازم برای پروتکلWSP بسامد 315 MHz

توصیف	مقدار
TX EIRP	-9 dBm
بهره‌ی آنتن RX	-10 dBi
حساسیت RX	-95 dBm
حاشیه‌ی خط پیوند	4 dB
بودجه‌ی خط پیوند	72 dB

در جدول ۵ مقادیر بیشینه توان RX آمده است که در شرایط عالی باید توسط پروتکلWSP بسامد 315 MHz پشتیبانی شود. بیشینه تزویج آنتن TX به RX مقداری است با قراردادن فرستنده در نزدیکی گیرنده به دست می‌آید (فاصله‌ی آنتن‌ها چند سانتی‌متر است). گیرنده‌ها باید بتوانند چنین سیگنال‌های قوی را دریافت کنند.

جدول ۵- بیشینه توان RX برای پروتکلWSP بسامدMHz ۳۱۵

توصیف	مقدار
TX EIRP	-3 dBm
بیشینه تزویج آنتن TXبهRX	-9 dB
بهره‌ی آنتنRX	+2 dBi
توان RX	-10 dBm

۶-۴ الزامات پروتکل WSP بسامد 868/3 MHz

در این بند فرعی الزمات پروتکل WSP بسامد 868/3 MHz ارائه شده است و تمام مقادیر پارامتری که باید برای فرستنده و تکرار کننده مورد پشتیبانی باشند در جدول ۶ فهرست شده است.

تمام مقادیر پارامتر لازم که باید برای گیرنده و تکرارکننده مورد پشتیبانی باشد در جدول ۷ فهرست شده است.

این پارامترها همگی در قسمت ۶-۲ در بالا تشریح شده است. به علاوه، مقادیر مربوط به بودجه‌ی خط پیوند و گستره سامانه نیز نشان داده شده است.

جدول ۶- الزامات فرستنده برای پروتکل WSP بسامد 868/3 MHz

مشخصات	مقدار یا استاندارد اعمالی
بسامد مرکزی TX	fc= 8683 MHZ
بیشینه رواداری بسامد TX	±82.634 kHZ
بیشینه چرخه‌ی کار TX	۳۶ثانیه درساعت(۱درصد)[a]
نوع مدوله‌سازیTX	ASK
۰ منطقی	حالت توان بالا[b]

ادامه جدول شماره ۶

۱ منطقی	حالت توان پایین[b]
نسبت دامنه‌ی حالت بالا به حالت پایین TX	20 dB تا 36 dB
بیشینه نسبت فرارفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای TX	1 dB
بیشینه نسبت فرارفت منفی به دامنه‌ی حالت پایینTX	4 dB
بیشینه نسبت فرورفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالاTX	0.5 dB
بیشینه نسبت فرورفت منفی به دامنه‌ی حالت پایینTX	2 dB
نرخ بیتTX	125 kbit/s
مدت بیتTX	8 µs
بیشینه رواداری نرخ بیتTX بیشینه خطای مدت بیتTX	± 5% ± 0.5 µs
مدت سررسید TX	0 µs تا 56 µs[c]
مدت بیش‌پیمایی TX TX EIRP	0 µsd تا 40 µs[d] -3 dBm تا -9 dBme[e]
a ناشی از مقررات ملی	
b توجه شود این بیت‌ها در واسط بی‌سیم تبدیل شده‌اند	
c به جز ۱ قبل از مقدم	
d به جز دنباله ۱۱ بعد از EOF	
e ناشی از مقررات ملی	

جدول ۷- الزامات گیرنده برای پروتکلWSP بسامدMHz 868,3

مشخصات	مقدار یا استاندارد اعمالی
عملکرد مسدودسازی RX	مطابق EN 300 220-1,9.3.3 برای گیرنده‌های کلاس ۲
بسامد مرکزی RX	fc=8683MHZ
رواداری بسامدRX	±17/336 kHz
انحراف حالت توان بالای RX بین دو رواداری حالت بالای متوالی	1/5dB-تا3dB
کمینه رواداری نسبت فرارفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالای RX کمینه رواداری نسبت فرارفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین RX کمینه رواداری نسبت فرورفت مثبت به دامنه‌ی حالت بالا RX	3dB 16dB 1.5dB
کمینه رواداری نسبت فرورفت منفی به دامنه‌ی حالت پایین RX کمینه رواداری نرخ بیتRX	6dB 6/25%
کمینه رواداری خطای مدت بیت RX رواداری نسبت دامنه‌ی حالت بالا به دامنه‌ی حالت پایین RX حساسیت RX	±3 µs بهتر از16dB تا50dB بهتر از-95dB
بیشینه سطح توانRX	بهتر از-7dB

مقادیر بودجه‌ی خط پیوند برای پروتکلWSP بسامد 868/3 MHz در جدول ۸ آمده است که کمینه بودجه‌ی خط پیوند یک سامانه پشتیبانی است که این پروتکل باید پشتیبانی کند و برای تخمین گستره سامانه به کار می رود. زیرا در بسامد 868/3 MHz نفوذ در ساختمان‌ها خوب است از حاشیه به نسبت کوچکی برای خط پیوند استفاده شده است.

جدول ۸ کمینه بودجه‌ی خط پیوند لازم برای پروتکلWSP بسامد 868,3 MHz

توصیف	مقدار
TX EIRP	-4dBm
بهره‌ی آنتن RX	-6dBi
حساسیت RX	-95dBm
حاشیه‌ی خط پیوند	4dB
بودجه‌ی خط پیوند	81dB

در جدول ۹ مقادیر بیشینه توان RX آمده است که در شرایط عالی باید توسط پروتکلWSP بسامد 868,3 MHz پشتیبانی شود. بیشینه تزویج آنتن TX به RX مقداری است که با قراردادن فرستنده در نزدیکی گیرنده به دست می‌آید (فاصله‌ی آنتن‌ها چند سانتی‌متر است). گیرنده‌ها باید بتوانند چنین سیگنال‌های قوی را دریافت کنند.

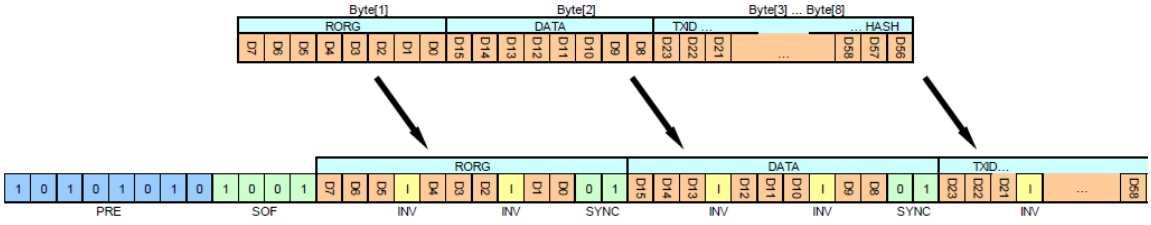
جدول ۹- بیشینه توان RX برای پروتکلWSP بسامد 868,3 MHz

توصیف	مقدار
TX EIRP	+13 dBm
بیشینه تزویج آنتن TXبهRX	–22 dB
بهره‌ی آنتنRX	+2 dBi
توان RX	–7 dBm

۶-۵ ساختار قاب

مشخصات ساختار قاب یعنی تلگرام ارسالی در لایه‌ی فیزیکی در این بند فرعی آمده است. جزییات وجوه مختلف کدگذاری داده‌ی قاب هم تشریح شده است.

قاب کامل از بیت مقدم (PRE)، آغاز قاب (SOF)، زیر قاب‌های دارای بیت‌های معکوس (INV) و بیت‌های هم‌زمانی (SYNC) و در آخر دنباله‌ی پایان قاب (EOF) تشکیل شده است. در شکل ۳ برای پروتکلWSP در بسامد 868,3 MHz ، زیرتلگرام قبل و بعد کدگذاری و با درج بیت‌هایINV و SYNC در قاب نشان داده شده است.



شکل ۳- ساختار قاب کامل برای پروتکل WSP بسامد 868/3 MHz

هر قاب با بیت‌های مقدم (PRE) آغاز می‌شود. در بسامد بی‌سیم 315 MHz طول آن ۱۶(جدول ۱۰) و در بسامد 868/3 MHz برابر با ۸ بیت (جدول ۱۱) است.

بیت‌های مقدم بعد از بیت‌های آغاز قاب (SOF) می‌آیند که به گیرنده امکان می‌دهند ساعت نمونه‌گیری را با جریان بیت قاب دریافتی هم‌زمان کنند. مشخصات دنباله‌ی SOF به ترتیب در جدول ۱۰ و جدول ۱۱ آمده است.

بعد از SOF یک یا چند قاب فرعی می‌آید. قاب‌های فرعی طوری ارسال می‌شوند که ابتدا با ارزش‌ترین بیت (MSB) ارسال شود.

یادآوری- مقدار متوسط بایت‌ها به محتوا بستگی دارد زیرا داده به طور مستقیم و بدون کدگذاری منچستر یا درهم‌ساز ارسال می‌شود. این کار برای کاهش دادن سربار پروتکل انجام می‌شود. کاهش سربار پروتکل به کوتاه‌تر شدن قاب‌ها و در نتیجه کاهش مصرف انرژی منجر می‌شود.

از آن جا که ممکن است تمام بیت‌های ارسالی صفر یا یک باشند در برخی از گیرنده‌ها هم‌زمان‌سازی ساعت نمونه‌گیری یا تولید آستانه دچار مشکل می‌شود. برای اجتناب از این مشکلات در داده‌ی ارسالی بیت‌های معکوس درج می‌کنند که معکوس بیت سوم و ششم یک بایت هستند و پشت سر بیت متناظر درج می‌شوند. موقعیت بیت‌های معکوس درج شده در شکل ۴ نشان داده شده است. از INV برای وارسی یکپارچگی داده هم می‌توان استفاده کرد.

معادلات I1=NOT(D5) و I2=NOT(D2) به بیت‌های معکوس اعمال می‌شود که در آن I1 نماینده‌ی مقدار بیت اول INV و D5 نماینده‌ی بیت سوم هر بایت است.

علاوه بر بیت‌های معکوس، دو بیت همزمانی (SYNC) هم در انتهای هر زیرقاب به جز زیرقاب آخر درج می‌شود. ساختار کامل زیرقاب دارای SYNC به تفصیل در شکل ۴ آمده است. دنباله‌ی SYNC به ترتیب در جدول ۱۰ و جدول ۱۱ آمده است. SYNC برای همزمان‌سازی مجدد ساعت به کار می‌رود اما برای وارسی یکپارچگی داده نیز استفاده می‌شود.

D7	D6	D5	I1	D4	D3	D2	I2	D1	D0	0	1
			INV				INV			SYNC	

شکل ۴- زیرقاب کدگذاری شده

پایان قاب را EOF معین می‌کند. مشخصات دنباله‌های EOF برای 315 MHz و 868/3 MHz به ترتیب در جدول ۱۰ و جدول ۱۱ آمده است.

ساختار و تعریف قاب برای پروتکلWSP بسامد 315 MHz در جدول ۱۰ آمده است.

جدول ۱۰-تعریف قاب برای پروتکلWSP بسامد 315 MHz

میدان‌ها	مقدار
بیت‌های مقدم(PRE)	دنباله بیت۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰۱۰
آغاز قاب(SOF)	دنباله بیت۱۰۰۱
DATA	ابتداMSB ارسال می‌شود
بیت‌های معکوس(INV)	بیت دارای مقدار معکوس تمام بیت‌های سوم و ششم پشت بیت متناظر ضمیمه می‌شود
بیت‌های همزمانی(SYNC)	دنباله بیت۰۱
پایان قاب(EOF)	دنباله بیت۱۰۱۱

ساختار و تعریف قاب برای پروتکلWSP بسامد 868/3 MHz در جدول ۱۱ آمده است.

جدول ۱۱-تعریف قاب برای پروتکلWSP بسامد 868,3 MHz

میدان‌ها	مقدار
بیت‌های مقدم(PRE)	دنباله بیت۱۰۱۰۱۰۱۰
آغاز قاب (SOF)	دنباله بیت۱۰۰۱
DATA	ابتداMSB ارسال می‌شود
بیت‌های معکوس(INV)	بیت دارای مقدار معکوس تمام بیت‌های سوم و ششم پشت بیت متناظر ضمیمه می‌شود
بیت‌های هم‌زمانی(SYNC)	دنباله بیت۰۱
پایان قاب(EOF)	دنباله بیت۱۰۱۱

۷ لایه۲-لایه پیوند داده

۷-۱ مرور کلی

داده‌ی ارسالی در لایه‌ی پیوند داده یک یا چند زیرتلگرام است که ساختار آن‌ها در قسمت ۵-۲ در بالا توصیف شده است. سه وجه زیرتلگرام‌ها در این بند توصیف شده است. مشخصات زمان‌بندی انتقال زیرتلگرام در بند فرعی ۷-۲ آمده است. مشخصات سازوکارهای به کار رفته برای یکپارچگی داده در بند ۷-۳ آمده است. سرانجام سازوکار اختیاری گوش‌سپاری پیش از سخن‌گویی(LBT) در بند ۷-۴ شرح داده شده است.

۷-۲ زمان‌بندی زیرتلگرام

اهداف زمان‌بندی زیرتلگرم جلوگیری از تصادمهای تلگرامی ناشی از فرستنده‌های مختلف است. هر زیرتلگرام در گستره‌ی زمانی متفاوتی ارسال می‌شود. زمان‌های سررسید TX و RX حدود زمان‌بندی زیرتلگرام را تعیین می‌کند. طول گستره‌ی زمانی که درون آن انتقال تمام زیرتلگرام‌ها کامل بوده و

دریافت شده است توسط زمان سررسید مشخص می‌شود. مقادیر زمان سررسید TX و RX در جدول ۱۲ در پایین مشخص شده است.

تلگرام کامل بیشینه از ۳ زیرتلگرام تشکیل شده است. انتقال آغاز زیرتلگرام نخست و انتهای زیرتلگرام آخر توسط فرستنده نباید از زمان سررسید TX فراتر برود.

گستره‌ی زمان‌بندی زیرتلگرام تکرارکننده‌ها با فرستنده‌ی اصلی فرق دارد.

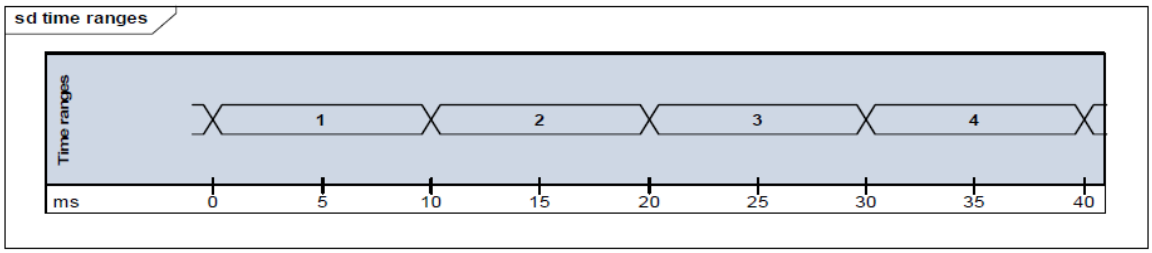
برای گیرنده، تمام زیرتلگرام‌های دریافتی از یک فرستنده مشابه از انتهای زیرتلگرام نخست تا زمان سررسید RX باید قسمتی از یک تلگرام مشابه قلمداد شود و این شامل وضعیتی که تکرارکننده‌ها دخیل باشند، نیز می‌شود. زیرتلگرام‌های دریافتی بعد از زمان سررسید RX باید قسمتی از تلگرام دیگر قلمداد شوند.

فن LBT (به ۷-۴ مراجعه شود) امکان می‌دهد تا بتوان با واپایش زمان‌بندی انتقال زیرتلگرام از تصادم جلوگیری کرد اما نمی‌توان به طور کامل جلوگیری از تصادم را تضمین کرد.

جدول ۱۲- پارامترهای زمان سررسید

توصیف	پارامتر
بیشینه زمان سررسید TX	40ms
زمان سررسید RX	100ms

زمان سررسید TX به منظور زمان‌بندی انتقال زیرتلگرام به چهار گروه تقسیم شده است که هر کدام ۱۰ شیار زمانی یک میلی‌ثانیه‌ای دارند. شماره‌گذاری شیارهای زمانی از صفر آغاز و به ۳۹ ختم می‌شود.



شکل۵- تقسیم زمان سررسید TX به چهار گستره‌ی زمانی ۱۰ میلی ثانیه‌ای

این چهار گستره (به شکل ۵ مراجعه شود) باید برای ارسال بیشینه ۳ زیرتلگرام به کار رود. زمان‌بندی مشخص می‌کند کدام شماره زیر تلگرام در کدام گستره، مجاز به ارسال است. برای جلوگیری از تصادم به هنگامی استفاده از تکرارکننده‌ها، زمان‌بندی زیرتلگرام متعلق به زیرتلگرام‌های اصلی و تکرارشده فقط بر اساس وضعیت زیرتلگرام تکرارشده و نه سطح پیکربندی تکرارکننده، فرق می‌کند. گستره‌ی زمانی انتقال در هر زیرتلگرام در جدول ۱۳ مشخص شده است. هر گستره‌ی زمانی خاص توسط شیارهای زمانی شماره‌بندی شده، تعیین می‌شود.

جدول ۱۳- تخصیص شیارهای زمانی زیرتلگرام‌های مختلف

وضعیت زیرتلگرام	زیرتلگرام اول	زیرتلگرام دوم	زیرتلگرام سوم
اصلی	۰	۱تا۹	۲۰ تا ۳۹
تکرارشده‌ی سطح ۱	۱۰تا ۱۹	۲۰ تا ۲۹	
تکرارشده‌ی سطح ۲	۰ تا ۹	۲۰ تا ۲۹	

تمام زیرتلگرام‌ها باید در این گستره‌های زمانی انتقال یابند. انتقال دوم یا سوم زیرتلگرام تنها در صورتی آغاز می‌شود که انتقال قبلی زیرتلگرام کامل شده باشد. بین زیرتلگرام‌ها کمینه‌ی توقف مشخص نشده است. فرستنده و تکرارکننده می توانند از هر شیار زمانی در داخل هر گستره‌ی زمانی استفاده کنند.

با انتقال آغاز زیرتلگرام نخست فرستنده‌ی اصلی شمارش زمانی برای آن فرستنده شروع می‌شود. با تکمیل نخستین زیرتلگرام دریافتی (که به علت اغتشاشات همیشه نخستین زیرتلگرام فرستنده نیست) شمارش در گیرنده یا تکرار کننده آغاز می‌شود.

اگر کانال بی‌سیم در اشغال انتقال توسط سایر فرستنده‌ها باشد قابلیت کارکردیLBT (به ۷-۴ مراجعه شود) می‌تواند انتقال را تا پایان زمان سررسید TX به تاخیر بیاندازد.

۷-۳ یکپارچگی داده

۷-۳-۱ کلیات

برای وارسی این که زیرتلگرام به صورت دست‌نخورده رسیده است چکیده‌ی تلگرام قبل از انجام انتقال توسط افزاره‌ی فرستنده یعنی فرستنده یا تکرارکننده محاسبه و به زیرتلگرام پیوست می‌شود (میدانHASH). مقدار چکیده‌ی پیوستی تحت حفاظت نیست و بنابراین فقط برای شناسایی ایرادهای انتقال به کار می‌رود نه برای حفاظت در برابر مقاصد مخرب. درستی‌سنجی توسط افزاره‌ی گیرنده‌ی تلگرام یعنی گیرنده یا تکرارکننده انجام می‌شود. پروتکلWSP از سه الگوریتم پشتیبانی می‌کند. دو الگوریتم مبنای تجمیعی دارند، یکی به طول ۴ بیت که فقط در تلگرام‌های سوده به کار می‌رود و دیگری به طول ۸ بیت است و در سومی هم از الگوریتم وارسی افزونگی چرخه‌ای (CRC) به طول ۸ بیت استفاده می‌شود. تمام گیرنده‌ها و تکرارکننده‌ها باید از هر سه تابع چکیده‌ساز پشتیبانی کنند.

اگر درستی‌سنجی دست‌نخوردگی زیرتلگرام دریافتی به نتیجه‌ی منفی منجر شد از آن زیرتلگرام صرف نظر می‌شود.

تلگرام سوده را میدان نوع تلگرام (RORG) معرفی می‌کند (به ۸-۲ مراجعه شود). برای سایر تلگرام‌ها نیز بایت STATUS مشخص می‌کند از کدام تابع چکیده‌ساز استفاده شود. خلاصه‌ی این نکات در جدول ۱۴ در پایین آمده است.

جدول ۱۴- مشخصات تابع چکیده‌ساز مورد استفاده در تلگرام

مشخصات	پهنا	نوع تلگرام استفاده‌کننده
جمع بازبینی [1] چهار بیتی	۴بیت	فقط در تلگرام‌های سوده به کار می‌روند که توسط RORG معرفی می‌شوند و بایت STATUS وجود ندارد.
جمع بازبینی هشت بیتی	۸ بیت	هرنوع تلگرام وقتی که بیت STATUS $۲^{۷}$ =۰
وارسی افزونگی چرخه‌ای هشت بیتی	۸ بیت	هرنوع تلگرام وقتی که بیت STATUS $۲^{۷}$ =۱

۷-۳-۲ الگوریتم تابع چکیده‌ساز تجمیع ۴ بیتی

الگوریتم چکیده‌ساز نوع تجمیعی ۴ بیتی در این بند فرعی تعریف شده است. نتیجه‌ی محاسبه طول ۴ بیتی است.

این الگوریتم به صورت زیر است:

- نیم بایت انتهای تلگرام روی 0x00 تنظیم می‌شود.
- جمع مقدار هر بایت آغاز شده با RORG در زیرتلگرام با صرف نظر کردن از سرریز محاسبه می‌شود. یعنی از تمام بیت‌های حاصل جمع که فراتر از بایت هستند صرف نظر می‌شود. بایت آخر در سر جمع با افزودن نیم بایت جانگه‌دار به انتهای زیرتلگرام شکل می‌گیرد.
- جمع نیم بایت های بالا و پایین حاصل جمع در گام فوق شکل می‌گیرد یعنی چهار بیت نخست و آخر جمع بالا با هم دیگر جمع می‌شود. مقدار ۴ بیتی حاصل مقدار چکیده است.

نمونه‌ای از پیاده‌سازی کد C این الگوریتم تابع چکیده ساز در پیوست الف آمده است.

۷-۳-۳ الگوریتم تابع چکیده‌ساز تجمیع ۸ بیتی

الگوریتم جمع بازبینی ۸ بیتی در این بند فرعی شرح داده شده است. نتیجه‌ی محاسبه ۸ بیتی است.

این الگوریتم به صورت زیر است:

- جمع مقدار هر بایت در زیرتلگرام، به غیر از میدان مقدار چکیده با صرفه‌نظر از سرریز ارزیابی شده است. یعنی از تمام بیت‌های فراتر از بایت صرف نظر شده است. مقدار جمع این یک بایت (۸ بیت) برابر با چکیده‌ی الگوریتم ۸ بیتی است.

نمونه‌ای از پیاده‌سازی کد C این الگوریتم تابع چکیده ساز در پیوست الف آمده است.

۷-۳-۴ الگوریتم تابع چکیده‌ساز بازبینی افزونگی چرخه‌ای(CRC) ۸ بیتی

سومین تابع چکیده‌ساز مورد پشتیبانی پروتکلWSP مبتنی بر الگوریتم وارسی افزونگی چرخه‌ای است و مقدار چکیده‌ای به طول یک بایت به دست می‌دهد.

این الگوریتم با بایت نخست زیرتلگرام (RORG) آغاز می‌شود و باقی‌مانده‌ی تقسیم (به پیمانه‌ی ۲) حاصل ضرب X^{8} و بایت نخست زیرتلگرام بر چندجمله‌ای (X8+X2+X+1) مولد را محاسبه می‌کند.

یادآوری- در الگوریتم CRC از همان چندجمله‌ای مولدی(X8+X2+X+1) استفاده می‌شود که در واپایش خطای سرآیند (HEC) ATM شرح داده شده در توصیه نامه‌یITU-T I.432.1 استفاده می‌شود.

[1]-Checksum

حاصل این محاسبه را با بایت بعدی زیرتلگرام XOR می‌کنند و دوباره باقیمانده‌ی تقسیم را به صورت بالا محاسبه می‌کنند.

این رویه تا رسیدن به آخرین بایت زیرتلگرام به جز HASH تکرار می‌شود. از باقی‌مانده‌ی تقسیم نهایی به عنوان مقدار چکیده استفاده می‌شود.

نمونه‌ای از پیاده‌سازی کد C این الگوریتم تابع چکیده ساز در پیوست الف آمده است.

۴-۷ گوش سپاری پیش از سخن‌گویی

گوش سپاری پیش از سخن‌گویی(LBT) فنی است که در ارتباطات بی‌سیم به کار می‌رود و در آن فرستنده یا تکرارکننده‌ی بی‌سیم ابتدا محیط بی‌سیم خود را حس می‌کند و بعد شروع به ارسال می‌کند. هدف از این کار جلوگیری از تصادم با سایر فرستنده‌ها است و امکانی اختیاری در افزاره‌ی ارسال‌کننده است.

افزاره‌ی ارسال‌کننده قبل از ارسال زیرتلگرام، وجود ارسال در حال انجام را وارسی می‌کند. اگر این گونه باشد ارسال به اندازه گستره زمانی تصادفی به تاخیر می‌افتد. پس از این تاخیر، وارسی فرستنده تکرار می‌شود. اگر ارسال تلگرامی در حال انجام نباشد زیرتلگرام ارسال می‌شود. در صورتی که تاخیر اتفاقی محاسبه شده به تخطی از زمان سررسید TX منجر شود، زیرتلگرام ارسال می‌شود حتی اگر انتقال‌های دیگری وجود داشته باشد.

بهتر است که قبل از هر انتقال زیرتلگرام، فن LBT اجرا و به گرفته شود ولی اجباری نیست. برخی افزاره‌های ارسال‌کننده مثل برخی از افزاره‌های برداشت‌گر انرژی، از این قابلیت پشتیبانی نمی‌کنند.

۸ لایه۳- لایه شبکه

۸-۱ مرور کلی

سه جنبه از پروتکلWSP در این بند شرح داده شده است. در بند فرعی ۸-۲ تلگرام‌های سوده شرح داده شده است که توسط نوع خاصی از افزاره‌ی برداشت‌گری انرژی به کار می‌روند. در زیر بند ۸-۳ کارکرد تکرارکننده‌ها شرح داده شده است. وقتی که انتقال مستقیم بین فرستنده و گیرنده‌ها با کیفیت کافی میسر نباشد تکرارکننده‌ها را در سامانه‌ی پروتکل WSP قرار می‌دهند. در بند فرعی ۸-۴ به مواردی پرداخته شده است که پروتکل‌های WSP تلگرام‌هایی معطوف به گیرنده‌هایی خاص را ارسال می‌کنند.

۸-۲ تلگرام کلیدی

تلگرام کلیدی تلگرام فوق‌العاده کوچکی است و به این علت کلیدی نام دارد که نخست در افزاره‌های برداشت‌گر انرژی به کار می‌رفت که با قرار دادن کلیدی در حالت روشن انرژی به آن‌ها انتقال می‌یافت. این افزاره‌ها هنگامی که به کارگرفته می‌شوند مقدار کمی نیرو تولید می‌کنند و نمی‌توانند پیام‌ها را دریافت کنند.

تلگرام عادی دارای ۴ میدان به نام‌های میدان ۸ بیتی نوع تلگرام (RORG)، میدان ۳۲ بیتی شناسه‌ی فرستنده (TXID)، میدان ۸ بیتی وضعیت (STATUS) و میدان ۸ بیتی ارزش چکیده‌ی تجمیع، به اضافه‌ی بارپایه‌ی DATA است. اما تلگرام کلیدی دارای میدان ۴ بیتی نوع تلگرام (RORG)، میدان ۳۲

بیتی شناسه‌ی فرستنده (TXID) و میدان ۴بیتی ارزش چکیده‌ی تجمیع است و میدان وضعیت ندارد. بنابراین تلگرام کلیدی کوتاه‌تر از تلگرام عادی است و به هنگام ارسال انرژی کم‌تری مصرف می‌کند.

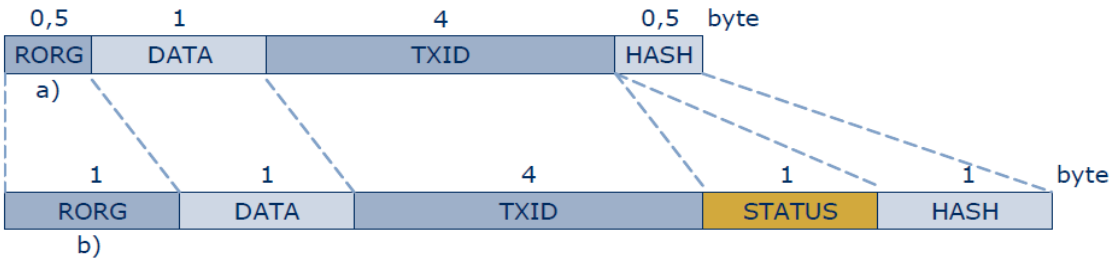
مشخصات تلگرام کلیدی عبارتند از:

- RORG دارای ۴ بیت طول است و ارزش آن ۵ یا ۶ است
- DATA همیشه ۱ بایت طول دارد
- TXID دارای طول ۴ بایت است، همانند طول آن در تلگرام عادی
- بایت STATUS وجود ندارد
- HASH دارای طول ۴ بیت است نه ۸ بیت.
- همین که تلگرام سودهی توسط گیرنده یا تکرارکننده دریافت شود به عنوان تلگرام کلیدی شناخته می‌شود و طبق جدول ۱۵ و شکل ۶ به ساختار تلگرام عادی تبدیل می‌شود. تبدیل به صورتی است که در پی می‌آید: میدان ۴ بیتی نوع تلگرام (RORG) با مقدار 0x05/0x06 به میدان ۸ بیتی نوع تلگرام (RORG) با مقدار 0xF6 تبدیل می‌شود.
- میدان‌های DATA وTX تغییری نمی‌کنند (۴ بیت جابجا می‌شوند)
- میدان طول یک بایتیSTATUS طبق آن چه در زیر نشان داده شده است مستقیماً به بعد از میدان شناسه‌ی فرستنده (TXID) با مقدار کدگذاری شده افزوده می‌شود.
- مقدار چکیده‌ی تجمیع ۸ بیتی جای مقدار چکیده‌ی ۴ بیتی تلگرام کلیدی را می‌گیرد و با استفاده از الگوریتم مقدار چکیده‌ی نوع تجمیعی ۸ بیتی برای تلگرام تبدیل شده ارزیابی می‌شود.

جدول ۱۵- تبدیل میدان‌های نوع تلگرام و STATUS تلگرام کلیدی به تلگرام عادی

RORG چهاربیتی تلگرام کلیدی	RORG هشت بیتی تبدیل شده	میدان وضعیت STATUS
۵	0xF6	0x20
۶	0xF6	0x30

این تبدیل در شکل ۶ آمده است.



۸-۳ تکرارکننده شکل ۶- تبدیل تلگرام کلیدی به تلگرام عادی

۸-۳-۱ کلیات

وقتی فاصله‌ی بین فرستنده و گیرنده برای برقراری اتصال بی‌سیم مناسب بسیار زیاد باشد، تکرارکننده‌ها مورد نیاز هستند. برای فواصل طولانی‌تر می‌توان از بیشینه دو تکرار کننده‌ی پیاپی استفاده کرد. کارکرد

تکرارکننده این است که تلگرام را از فرستنده یا تکرارکننده‌ی دیگری بگیرد و دوباره ارسال کند به طوری که به گیرنده‌ی پیام برساند. تکرار کننده قبل از آن که ارسال مجدد را انجام دهد بایت STATUS تلگرام را اصلاح می کند. برای محدودسازی میزان تلگرام‌های تکرارشده در محیطی که تکرارکننده‌های بیش‌تری دارد دو سطح تکرارکننده به صورت زیر تعریف می‌شود.

- تکرارکننده‌های سطح ۱ فقط زیرتلگرام‌های دریافتی اصلی را تکرار می‌کنند.
- تکرارکننده‌های سطح ۲ فقط زیرتلگرام‌های دریافتی اصلی یا یک بار تکرار شده را تکرار می‌کنند.

اگر تکرارکننده‌ی سطح ۲ زیرتلگرامی اصلی و یک‌بار تکرارشده‌ی ارسالی از همان فرستنده را دریافت کند فقط باید یک بار و تعداد ۳ زیرتلگرام را تکرار کند.

۸-۳-۲ پاسخ زمانی جلوگیری از تصادم

وقتی سامانه‌ای دارای تکرارکننده‌هایی باشد جلوگیری از تصادم اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد. وقتی زیرتلگرامی از فرستنده‌ای ارسال شود بنابراین ضروری است که تکرارکننده زیرتلگرام دریافتی دیگری در همان زمان را تکرار نکند، خواه فرستنده‌ی اصلی فرستاده باشد خواه تکرارکننده‌ای دیگر.

بنابراین زمان‌بندی ویژه‌ی زیرتلگرام برای تکرارکننده‌ها تعریف شده است که بستگی به سطح تکرارکننده‌ی زیرتلگرام دریافتی دارد و این موضوع به تفصیل در قسمت ۷-۲ در بالا توضیح داده شده است.

۸-۳-۳ بیت‌های سطح تکرار کننده در بایت STATUS

میدان STATUS در تکرارکننده برای متمایزسازی بین زیرتلگرام‌های ارسالی از افزاره‌ی ارسال کننده و تکرارکننده به کار می‌رود. بیت‌های $۲^{۰}$ تا $۲^{۳}$ در بایت میدان STATUS هر زیرتلگرام نشان‌گر تعداد جهش‌های تکرارکننده‌ای تلگرام است. ترکیبات ممکن در جدول ۱۶ آمده است.

جدول ۱۶- بایت STATUS با بیت‌های سطح تکرار کننده

بیت‌های سطح تکرارکننده				توصیف
$۲^{۳}$	$۲^{۲}$	$۲^{۱}$	$۲^{۰}$	
۰	۰	۰	۰	فرستنده‌ی اصلی
۰	۰	۰	۱	زیرتلگرام یک بار تکرار شده است
۰	۰	۱	۰	زیرتلگرام دوبار تکرار شده است
۱	۱	۱	۱	تلگرام نباید تکرارشود

چگونگی اصلاح بیت‌های تکرارکننده در زیرتلگرام تکرارشده و کنش مورد انتظار از تکرار کننده در جدول ۱۷ نشان داده شده است.

جدول ۱۷- بیت‌های تکرارشونده در بایتSTATUS

تکرارکننده	وضعیت زیرتلگرام دریافتی	کنش تکرارکننده
سطح ۱	۰۰۰۰= دریافت زیرتلگرام اصلی	وضعیت زیرتلگرام روی ۰۰۰۱ تنظیم شودو زیرتلگرام تکرار شود

ادامه جدول شماره ۱۷

	۰۰۰۱= دریافت زیرتلگرام یک بار تکرارشده	زیرتلگرام تکرارنمی‌شود
	۰۰۱۰= دریافت زیرتلگرام دو بار تکرارشده	زیرتلگرام تکرارنمی‌شود
	۱۱۱۱= زیرتلگرام نباید تکرارشود	زیرتلگرام تکرارنمی‌شود
سطح ۲	۰۰۰۰= دریافت زیرتلگرام اصلی	وضعیت زیرتلگرام روی ۰۰۰۱ تنظیم شود و زیرتلگرام تکرار شود
	۰۰۰۱= دریافت زیرتلگرام یک بار تکرارشده	وضعیت زیرتلگرام روی۰۰۱۰ تنظیم شود و زیرتلگرام تکرار شود
	۰۰۱۰=دریافت زیرتلگرام دو بار تکرارشده	زیرتلگرام تکرارنمی‌شود
	۱۱۱۱= زیرتلگرام نباید تکرارشود	زیرتلگرام تکرارنمی‌شود

برای جلوگیری از تکرار شدن تلگرام‌ها، خروجی فرستنده در نیم بایت پایین STATUS برابر با ۱۱۱۱می‌شود.

اگر تکرار کننده زیرتلگرام‌های تلگرامی را از فرستنده یا تکرارکننده‌ای دریافت کند بایت **STATUS** ۳ زیرتلگرام تکراری و تصمیم‌گیری درباره‌ی این که آیا زیرتلگرام تکرار شود طبق جدول ۱۷ به نخستین زیرتلگرام دریافتی بستگی دارد.

۸-۴ نشانی‌دهی

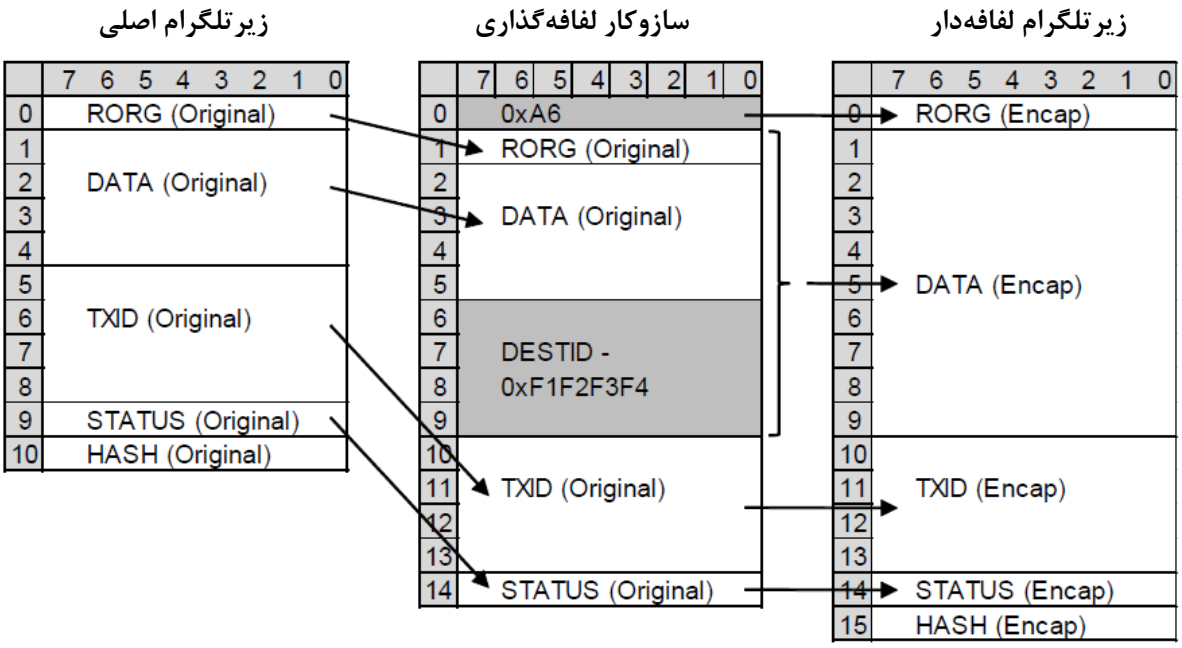
۸-۴-۱ کلیات

نشانی‌دهی تلگرام‌ها از امکانات اساسی ارتباطات دوسویه است که با گنجاندن نشانی مقصد خاصی انجام می‌شود و تلگرام به سوی آن نشانی هدایت می‌شود نه آن که مانند تلگرام عادی، پخش همگانی باشد. طراحی طوری است که امکان افزودن امکانات دیگر در آینده باشد.

۸-۴-۲ لفافه‌گذاری

نشانی‌دهی تلگرام با استفاده از سازوکار لفافه‌گذاری انجام می‌شود. تلگرام‌های لفافه‌دار با مقدار میدان نوع تلگرام (RORG) روی 0xA6 شناخته می‌شوند. میدان لفافه‌دار حاوی تلگرام اصلی است که باید نشانی‌دهی شود. میدان ۴ بایتی شناسه‌ی مقصد(DESTID) قبل از میدان شناسه‌ی ارسال‌کننده (TXID)جاگذاری می‌شود.

مثالی از چگونگی لفافه‌گذاری تلگرامی با شناسه‌ی مقصد (DESTID) برابر با 0xF1F2F3F4 در شکل ۷ در پایین آمده است. باید توجه داشت که میدان DESTID فقط یک مثال است.



شکل ۷- مثال لفافه‌گذاری

پیوست الف

(اطلاعاتی)

مثال‌های چگونگی ارزیابی مقادیر چکیده

این استاندارد سه تابع چکیده‌سازی را پشتیبانی می‌کند که در قسمت ۷-۳ شرح داده شده‌اند. در این پیوست مثال‌هایی از چگونگی برنامه‌نویسی مقادیر چکیده به زبان C آمده است.

در مثال نخست در شکل الف -۱ برنامه‌ای به زبان C برای مقدار چکیده‌ی تجمیعی ۴ بیتی ارائه شده است.

شکل الف-۱ نمونه برنامه برای مقدار چکیده‌ی تجمیعی ۴ بیتی به زبان C

```
u4Chk = 0;
u8Telegram[n] &= 0xF0;
for (i=0; i<=n; i++)
{
  u4Chk += u8Telegram[i]
}
u4Chk += (u4Chk >> 4)
u8Telegram[n] |= (u4Chk & 0x0f);
```

در شکل الف-۲ برنامه‌ای به زبانC برای مقدار چکیده‌ی تجمیعی ۸ بیتی ارائه شده است.

شکل الف-۲ نمونه برنامه برای مقدار چکیده‌ی تجمیعی ۸ بیتی به زبان C

```
u8Chk = 0;
for (i=0; i<=n; i++)
{
  u8Chk += u8TelData[i]
}
```

در شکل الف-۳ برنامه‌ای کارآمد به زبان C برای ارزیابی مقدار چکیده‌ی نوع CRC هشت بیتی ارائه شده است.

شکل الف-۳ برنامه‌ی کارآمد برای ارزیابی مقدار چکیده‌ی نوع CRC هشت بیتی به زبان C

```
unsigned char crc8[256] = {
                            0x00, 0x07, 0x0e, 0x09, 0x1c, 0x1b, 0x12, 0x15,
                            0x38, 0x3f, 0x36, 0x31, 0x24, 0x23, 0x2a, 0x2d,
                            0x70, 0x77, 0x7e, 0x79, 0x6c, 0x6b, 0x62, 0x65,
                            0x48, 0x4f, 0x46, 0x41, 0x54, 0x53, 0x5a, 0x5d,
                            0xe0, 0xe7, 0xee, 0xe9, 0xfc, 0xfb, 0xf2, 0xf5,
                            0xd8, 0xdf, 0xd6, 0xd1, 0xc4, 0xc3, 0xca, 0xcd,
                            0x90, 0x97, 0x9e, 0x99, 0x8c, 0x8b, 0x82, 0x85,
                            0xa8, 0xaf, 0xa6, 0xa1, 0xb4, 0xb3, 0xba, 0xbd,
                            0xc7, 0xc0, 0xc9, 0xce, 0xdb, 0xdc, 0xd5, 0xd2,
                            0xff, 0xf8, 0xf1, 0xf6, 0xe3, 0xe4, 0xed, 0xea,
                            0xb7, 0xb0, 0xb9, 0xbe, 0xab, 0xac, 0xa5, 0xa2,
                            0x8f, 0x88, 0x81, 0x86, 0x93, 0x94, 0x9d, 0x9a,
                            0x27, 0x20, 0x29, 0x2e, 0x3b, 0x3c, 0x35, 0x32,
                            0x1f, 0x18, 0x11, 0x16, 0x03, 0x04, 0x0d, 0x0a,
                            0x57, 0x50, 0x59, 0x5e, 0x4b, 0x4c, 0x45, 0x42,
                            0x6f, 0x68, 0x61, 0x66, 0x73, 0x74, 0x7d, 0x7a,
                            0x89, 0x8e, 0x87, 0x80, 0x95, 0x92, 0x9b, 0x9c,
                            0xb1, 0xb6, 0xbf, 0xb8, 0xad, 0xaa, 0xa3, 0xa4,
                            0xf9, 0xfe, 0xf7, 0xf0, 0xe5, 0xe2, 0xeb, 0xec,
                            0xc1, 0xc6, 0xcf, 0xc8, 0xdd, 0xda, 0xd3, 0xd4,
                            0x69, 0x6e, 0x67, 0x60, 0x75, 0x72, 0x7b, 0x7c,
                            0x51, 0x56, 0x5f, 0x58, 0x4d, 0x4a, 0x43, 0x44,
                            0x19, 0x1e, 0x17, 0x10, 0x05, 0x02, 0x0b, 0x0c,
                            0x21, 0x26, 0x2f, 0x28, 0x3d, 0x3a, 0x33, 0x34,
                            0x4e, 0x49, 0x40, 0x47, 0x52, 0x55, 0x5c, 0x5b,
                            0x76, 0x71, 0x78, 0x7f, 0x6A, 0x6d, 0x64, 0x63,
                            0x3e, 0x39, 0x30, 0x37, 0x22, 0x25, 0x2c, 0x2b,
                            0x06, 0x01, 0x08, 0x0f, 0x1a, 0x1d, 0x14, 0x13,
                            0xae, 0xa9, 0xa0, 0xa7, 0xb2, 0xb5, 0xbc, 0xbb,
                            0x96, 0x91, 0x98, 0x9f, 0x8a, 0x8D, 0x84, 0x83,
                            0xde, 0xd9, 0xd0, 0xd7, 0xc2, 0xc5, 0xcc, 0xcb,
                            0xe6, 0xe1, 0xe8, 0xef, 0xfa, 0xfd, 0xf4, 0xf3
                                        };

unsigned char CRC (unsigned char *str, unsigned char n)
{
       unsigned char data = 0;
       do
       {
         data = crc8[data^(*str++)];
       } while(--n);
       return (data);
}
```

کتابنامه

ISO/IEC 8825–2, *Information technology – ASN.1 encoding rules – Part 2: Specification of Packed Encoding Rules (PER)*

ISO/IEC 14543 (all parts), *Information technology – Home electronic systems (HES) architecture*

ISO/IEC 14543-2-1, *Information technology – Home electronic systems (HES) architecture – Part 2-1: Introduction and device modularity*

ISO/IEC 14543-3-1, *Information technology – Home electronic systems (HES) architecture – Part 3-1: Communication layers – Application layer for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-3-2, *Information technology – Home electronic systems (HES) architecture –Part 3-2: Communication layers – Transport, network and general parts of data link layer for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-3-3, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-3: User process for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-3-4, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-4: System management – Management procedures for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-3-5, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-5: Media and media dependent layers – Powerline for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-3-6, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-6: Media and media dependent layers – Twisted pair for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-3-7, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 3-7: Media and media dependent layers – Radio frequency for network based control of HES Class 1*

ISO/IEC TR 14543-4, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 4: Home and building automation in a mixed-use building*

ISO/IEC 14543-4-1, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture –Part 4-1: Communication layers – Application layer for the network enhanced control devices of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-4-2, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture, Part 4-2: Communication layers – Transport, network and general parts of data link layer for network enhanced control devices of HES Class 1*

ISO/IEC 14543-5-1, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 5-1: Intelligent grouping and resource sharing for HES Class 2 and Class 3 – Core protocol*

ISO/IEC 14543-5-22, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 5-22: Intelligent grouping and resource sharing for HES Class 2 and Class 3 – Application profile – File profile*

ITU-T I.432.1, series I, *Integrated Services Digital Network – ISDN user-network interfaces – Layer 1 Recommendations*

IEEE STD 194-1977, *IEEE Standard Pulse Terms and Definitions, July 26, 1977*