INSO
20945
1st.Edition
2016

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

استاندارد ملی ایران
۲۰۹۴۵
چاپ اول
۱۳۹۵

تکامل بلند مدت (LTE)؛
دسترسی رادیویی زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛
ویژگی پروتکل واپایش پیوند رادیویی (RLC)

LTE;
Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Link Control (RLC) protocol specification (3GPP TS 36.322 version 12.2.0 Release 12)

ICS: 33.070.99

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ 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

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی‌کشور 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود وکوششی 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 وارد کنندگان، مراکز علمی‌و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته 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 واسط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]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 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 می‌تواند 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 سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام صحت سنجی صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه صحت سنجی صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر کارکرد آن‌ها نظارت می‌کند. 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

«تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیویی زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛ ویژگی پروتکل واپایش پیوند رادیویی (RLC)»

رئیس:	**سمت و/ یا محل اشتغال**
صادقیان، حسین (کارشناسی الکترونیک)	مدیر کل استاندارد و تأیید نمونه سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
دبیر:	
یغمایی مقدم، محمدحسین (دکتری مخابرات)	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
امیری، محمد (کارشناسی مخابرات)	مدیر منطقه ای شرکت رایتل در استان خراسان رضوی
شکفته، کاظم (کارشناسی ارشد کامپیوتر)	پژوهشگر دانشگاه فردوسی مشهد
خسروی رشخواری، حسین (کارشناسی ارشد کامپیوتر)	مدیر فنی آزمایشگاه تأیید نمونه تجهیزات IP-PBX[1] دانشگاه فردوسی مشهد
عروجی، سید مهدی (کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)	سرپرست گروه تدوین استاندارد سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
قرائی شهری، نرگس (کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)	کارشناس آزمایشگاه تأیید نمونه تجهیزات IP-PBX دانشگاه فردوسی مشهد
لایقی، مجتبی (کارشناسی مهندسی فناوری اطلاعات)	مدیر منطقه ای شرکت شاتل در استان خراسان رضوی
نعمت الهی، پیمان (کارشناسی ارشد کامپیوتر)	پژوهشگر دانشگاه فردوسی مشهد
نقیب‌زاده، محمود (دکتری کامپیوتر)	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد

[1] - Internet Protocol Private Branch eXchange

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد د
پیش‌گفتار ط
مقدمه ی
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ تعاریف، نمادها و کوته‌نوشت‌ها ۲
۳-۱ تعاریف ۲
۳-۲ کوته‌نوشت‌ها ۲
۴ کلیات ۴
۴-۱ مقدمه ۴
۴-۲ معماری RLC ۴
۴-۲-۱ هستارهای RLC ۴
۴-۲-۱-۱ هستار TM RLC ۶
۴-۲-۱-۱-۱ کلیات ۶
۴-۲-۱-۱-۲ هستارهای TM RLC فرستنده ۷
۴-۲-۱-۱-۳ هستارهای TM RLC گیرنده ۷
۴-۲-۱-۲ هستارهای UM RLC ۷
۴-۲-۱-۲-۱ کلیات ۷
۴-۲-۱-۲-۲ هستار UM RLC فرستنده ۸
۴-۲-۱-۲-۳ هستار UM RLC گیرنده ۸
۴-۲-۱-۳ هستار AM RLC ۹
۴-۲-۱-۳-۱ کلیات ۹
۴-۲-۱-۳-۲ سمت فرستنده ۱۰
۴-۲-۱-۳-۳ سمت گیرنده ۱۱
۴-۳ خدمات ۱۱
۴-۳-۱ خدمات فراهم شده برای لایه‌های بالاتر ۱۱
۴-۳-۲ خدمات مورد انتظار از لایه‌های پایین‌تر ۱۱
۴-۴ کارکردها ۱۲
۴-۵ داده در دسترس برای ارسال ۱۲

ادامه فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

۵-۱ رویه‌های انتقال داده ۱۳
۵-۱-۱ انتقال داده TM ۱۳
۵-۱-۱-۱ عملیات ارسال ۱۳
۵-۱-۱-۱-۱ کلیات ۱۳
۵-۱-۱-۲ عملیاتهای دریافت ۱۳
۵-۱-۱-۲-۱ کلیات ۱۳
۵-۱-۲ انتقال داده UM ۱۳
۵-۱-۲-۱ عملیات ارسال ۱۳
۵-۱-۲-۱-۱ کلیات ۱۳
۵-۱-۲-۲ عملیات دریافت ۱۳
۵-۱-۲-۲-۱ کلیات ۱۳
۵-۱-۲-۲-۲ فعالیت‌ها هنگامی که یک UMD PDU از لایه پایین‌تر دریافت شود ۱۴
۵-۱-۲-۲-۳ فعالیت‌ها هنگامی که UMD PDU در حافظه میانی دریافت قرار داده شود ۱۴
۵-۱-۲-۲-۴ فعالیت‌ها هنگامی که t-Reordering منقضی شود ۱۵
۵-۱-۳ انتقال داده AM ۱۵
۵-۱-۳-۱ عملیاتهای ارسال ۱۵
۵-۱-۳-۱-۱ کلیات ۱۵
۵-۱-۳-۲ عملیات دریافت ۱۶
۵-۱-۳-۲-۱ کلیات ۱۶
۵-۱-۳-۲-۲ فعالیت‌ها هنگامی که یک PDU داده RLC از لایه پایین‌تر دریافت شود ۱۶
۵-۱-۳-۲-۳ فعالیت‌ها هنگامی که یک PDU داده RLC در حافظه میانی دریافت قرار گیرد ۱۷
۵-۱-۳-۲-۴ فعالیت‌ها هنگامی که t-Reordering منقضی شود ۱۸
۵-۲ رویه‌های ARQ ۱۸
۵-۲-۱ ارسال مجدد ۱۸
۵-۲-۲ سرکشی ۱۹
۵-۲-۲-۱ ارسال یک قطعه AMD PDU یا AMD PDU ۱۹

ادامه فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

۵-۲-۲-۲ دریافت یک گزارش STATUS ۲۰
۵-۲-۲-۳ انقضای t-PollRetransmit ۲۰
۵-۲-۳ گزارش‌دهی وضعیت ۲۱
۵-۳ روش‌های کنار گذاشتن SDU ۲۲
۵-۴ رویه برقراری مجدد ۲۲
۵-۵ مدیریت داده پروتکل نامعلوم، پیش‌بینی نشده دارای خطا ۲۳
۵-۵-۱ دریافت PDU با مقادیر غیر معتبر یا ذخیره شده ۲۳
۶ پارامترها، قالب‌ها و واحدهای داده پروتکل ۲۳
۶-۱ واحدهای داده پروتکل ۲۳
۶-۱-۱ PDU داده RLC ۲۴
۶-۱-۲ PDU واپایش RLC ۲۴
۶-۲ پارامترها و قالب‌ها ۲۴
۶-۲-۱ قالب‌ها ۲۴
۶-۲-۱-۱ کلیات ۲۴
۶-۲-۱-۲ رشته بیت TMD PDU ۲۵
۶-۲-۱-۳ رشته بیت UMD PDU ۲۵
۶-۲-۱-۴ رشته بیت AMD PDU ۲۸
۶-۲-۱-۵ قطعه AMD PDU ۳۰
۶-۲-۱-۶ رشته بیت STATUS PDU ۳۲
۶-۲-۲ پارامترها ۳۳
۶-۲-۲-۱ کلیات ۳۳
۶-۲-۲-۲ فیلد داده ۳۳
۶-۲-۲-۳ فیلد SN ۳۳
۶-۲-۲-۴ فیلد بیت E ۳۴
۶-۲-۲-۵ فیلد LI ۳۴
۶-۲-۲-۶ فیلد FI ۳۴
۶-۲-۲-۷ فیلد SO ۳۵
۶-۲-۲-۸ فیلد LSF ۳۵
۶-۲-۲-۹ فیلد D/C ۳۵
۶-۲-۲-۱۰ فیلد RF ۳۶

ادامه فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

۶-۲-۲-۱۱ فیلد بیت سرکشی (P) ۳۶
۶-۲-۲-۱۲ فیلد ذخیره شده ۱ (R1) ۳۶
۶-۲-۲-۱۳ فیلد CPT ۳۶
۶-۲-۲-۱۴ فیلد ACK_SN ۳۷
۶-۲-۲-۱۵ فیلد بیت ۱ توسعه (E1) ۳۷
۶-۲-۲-۱۶ فیلد NACK_SN ۳۷
۶-۲-۲-۱۷ فیلد بیت ۲ پسوند (E2) ۳۷
۶-۲-۲-۱۸ فیلد SOstart ۳۸
۶-۲-۲-۱۹ فیلد SOend ۳۸
۷ متغیرها، ثابت‌ها و زمان‌سنج‌ها ۳۸
۷-۱ متغیرهای وضعیت ۳۸
۷-۲ ثابت‌ها ۴۱
۷-۳ زمان‌سنج‌ها ۴۱
۷-۴ پارامترهای قابل پیکربندی ۴۲

پیش‌گفتار

استاندارد «تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیویی زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛ ویژگی پروتکل واپایش پیوند رادیویی (RLC) (نسخه ۱۲٫۲٫۰ نشر ۱۲)» که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی ایران و دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و تدوین شده است و دویست و هفدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۵/۳/۲۳ 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 منتشر 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 تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته بشرح زیر است:

ETSI TS 136 322 V12.2.0, 2015; LTE, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Link Control (RLC) protocol specification; 3GPP TS 36.322 version 12.2.0 Release 12

مقدمه

با توجه به اینکه مقررات و ضوابط استفاده از باند فرکانسی و سرویس‌های رادیویی در هر کشور بر اساس جدول ملی فرکانسی تعیین می‌شود که توسط رگولاتوری همان کشور تهیه شده است در مورد مقررات طیف رادیویی و باندهای فرکانسی این مجموعه استانداردها، نیز باید به مقررات و ضوابط استفاده از طیف رادیویی، مصوب سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی به نشانی اینترنتی www.cra.ir به عنوان مرجع مرتبط مراجعه کرد که بر تمامی‌مقررات و ضوابط طیف رادیویی اشاره شده در این استاندارد اولویت دارد.

تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیویی زمینی جهانی تکامل یافته (E-UTRA)؛ ویژگی پروتکل واپایش پیوند رادیویی (RLC)

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین پروتکل واپایش پیوند رادیویی (RLC)[۱] E-UTRA برای واسط رادیویی UE – E-UTRAN است. این استاندارد موارد زیر را توصیف می‌کند:

- معماری زیرلایه E-UTRA RLC
- هستارهای[۲] E-UTRA RLC
- خدمات مورد انتظار E-UTRA RLC از لایه‌های پایین‌تر
- خدمات فراهم شده توسط E-UTRA RLC برای لایه‌های بالاتر
- توابع E-UTRA RLC
- عناصر برای ارتباطات[۳] E-UTRA RLC نظیر به نظیر[۴] شامل واحدهای داده پروتکل، قالب‌ها[۵] و پارامترها
- مدیریت داده پروتکل ناشناخته، پیش بینی نشده و دارای خطا در E-UTRA RLC.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی‌زیر 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 می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران 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.

- در مورد ارجاع به یک استاندارد 3GPP (شامل یک استاندارد GSM)، یک مرجع غیر خاص، بطور ضمنی به آخرین نسخه منتشر شده از آن استاندارد در زمان انتشار استاندارد فعلی اشاره دارد.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 3GPP TR 21.905: "Vocabulary for 3GPP Specifications".
2-2 3GPP TS 36.300: "E-UTRA and E-UTRAN Overall Description; Stage 2".
2-3 3GPP TS 36.321: "E-UTRA MAC protocol specification".
2-4 3GPP TS 36.323: "E-UTRA PDCP specification".
2-5 3GPP TS 36.331: "E-UTRA RRC Protocol specification".

---

۱ - تمامی کوته نوشت‌ها در زیربند ۳-۲ ارائه شده‌اند.

2 - Entity
3 - Communications
4 - Peer to peer
5 - Format

۳ اصطلاحات، تعاریف، و کوته‌نوشت‌ها

۳-۱ تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف داده شده در (گزارش فنی) TR 21.905 [1]، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز استفاده می‌شوند. اصطلاحاتی که در این استاندارد تعریف می‌شود، بر همان اصطلاحات که در TR 21.905 [1] ارائه شده است (در صورت وجود) اولویت دارد.

۳-۱-۱

قطعه بایت[1]

یک بایت از فیلد داده یک AMD PDU می‌باشد. به طور خاص، قطعه بایت شماره صفر با اولین بایت فیلد داده یک AMD PDU متناظر است.

۳-۲-۲

عنصر فیلد داده[2]

یک قطعه RLC SDU یا یک RLC SDU که به فیلد داده نگاشت می‌شود.

۳-۱-۳

قطعه RLC SDU[3]

یک قطعه از یک RLC SDU.

۳-۲ کوته‌نوشت‌ها

در این استاندارد، کوته‌نوشت‌های زیر استفاده می‌شوند:

AM	Acknowledged Mode	حالت تصدیق شده
AMD	AM Data	داده AM
ARQ	Automatic Repeat reQuest	درخواست تکرار خودکار
BCCH	Broadcast Control CHannel	مجرای واپایش پخش همگانی
BCH	Broadcast CHannel	مجرای پخش همگانی
CCCH	Common Control CHannel	مجرای واپایش اشتراکی
DCCH	Dedicated Control CHannel	مجرای واپایش اختصاصی
DL	DownLink	پیوند پایین

1 - Byte segment
2 - Data field element
3 - RLC SDU segment

DL-SCH	DL-Shared CHannel	مجرای اشتراکی DL
DTCH	Dedicated Traffic CHannel	مجرای ترافیک اختصاصی
E	Extension bit	بیت توسعه
eNB	E-UTRAN Node B	گره B از E-UTRAN
E-UTRA	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access	دسترسی رادیویی زمینی UMTS تکامل یافته
E-UTRAN	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network	شبکه دسترسی رادیویی زمینی UMTS تکامل یافته
FI	Framing Info	اطلاعات قاب‌بندی
HARQ	Hybrid ARQ	ARQ ترکیبی
LI	Length Indicator	نشانگر طول
LSF	Last Segment Flag	پرچم آخرین قطعه
MAC	Medium Access Control	واپایش دسترسی رسانه
MCCH	Multicast Control Channel	مجرای واپایش چند پخشی
MTCH	Multicast Traffic Channel	مجرای ترافیک چند پخشی
PCCH	Paging Control CHannel	مجرای واپایش فراخوانی
PDU	Protocol Data Unit	واحد داده پروتکل
RLC	Radio Link Control	واپایش پیوند رادیویی
RRC	Radio Resource Control	واپایش منبع رادیویی
SAP	Service Access Point	نقطه دسترسی خدمت
SBCCH	Sidelink Broadcast Control Channel	مجرای واپایش پخش همگانی پیوند کناری
SDU	Service Data Unit	واحد داده خدمت
SN	Sequence Number	شماره دنباله
SO	Segment Offset	ورنهاد قطعه
STCH	Sidelink Traffic Channel	مجرای ترافیک پیوند کناری
TB	Transport Block	بستک حمل
TM	Transparent Mode	حالت شفاف
TMD	TM Data	داده TM
UE	User Equipment	تجهیزات کاربر
UL	UpLink	پیوند بالا
UM	Unacknowledged Mode	حالت تصدیق نشده
UMD	UM Data	داده UM

۴ کلیات

۴-۱ مقدمه

هدف، توصیف معماری RLC و هستارهای RLC از یک دیدگاه کارکردی[1] است.

۴-۲ معماری RLC

۴-۲-۱ هستارهای RLC

توصیف ارائه شده در این زیربند، یک مدل[2] است و پیاده‌سازی‌ها را مشخص یا محدود نمی‌کند.
RRC عموماً تحت واپایش پیکربندی RLC است.
توابع زیرلایه RLC توسط هستارهای RLC عملیاتی می‌شوند. برای یک هستار RLC پیکربندی شده در eNB، یک هستار RLC نظیر در UE و برعکس وجود دارد.
برای یک هستار RLC پیکربندی شده در UE فرستنده برای STCH یا SBCCH، یک هستار RLC نظیر پیکربندی شده در هر UE گیرنده برای STCH یا SBCCH وجود دارد.
یک هستار RLC، RLC SDUها را از لایه‌های بالاتر دریافت می‌کند/ به آنها تحویل می‌دهد و سپس RLC PDUها را از طریق لایه‌های پایین‌تر به/ از هستار RLC نظیر خود ارسال/ دریافت می‌کند. یک RLC PDU می‌تواند یک PDU داده RLC (به زیربند ۶-۱-۱ رجوع شود) یا یک PDU واپایش RLC (به زیربند ۶-۱-۲ رجوع شود) باشد. اگر یک هستار RLC، RLC SDUها را از لایه بالاتر دریافت کند، آن‌ها را به وسیله یک SAP منفرد بین RLC و لایه‌های بالاتر دریافت می‌کند، و بعد از شکل دادن به PDUهای داده RLC از RLC SDUهای دریافت شده، هستار RLC، PDUهای داده RLC را به وسیله یک تک مجرای منطقی[3] به لایه پایین‌تر تحویل می‌دهد. اگر یک هستار RLC، PDUهای داده RLC را از لایه پایین‌تر دریافت کند، آن‌ها را به وسیله یک تک مجرای منطقی دریافت می‌کند و بعد از شکل دادن به RLC SDUها از PDUهای داده RLC دریافت شده، هستار RLC، RLC SDUها را به وسیله یک تک SAP بین RLC و لایه‌های بالاتر به لایه‌های بالاتر تحویل می‌دهد. اگر یک هستار RLC، PDUهای واپایش RLC را به/ از لایه پایین‌تر تحویل دهد/ دریافت کند، آن‌ها را به وسیله همان مجرای منطقی تحویل می‌دهد/ دریافت می‌کند که PDUهای داده RLC را از طریق آن تحویل می‌دهد/ دریافت می‌کند.
می‌توان یک هستار RLC را برای اجرای انتقال داده‌ها در یکی از سه حالت زیر پیکربندی کرد: TM، UM یا AM. در نتیجه، یک هستار RLC بسته به حالت انتقال داده‌هایی که برای فراهم آوردن آنها پیکربندی شده است، به عنوان یک هستار TM RLC، یک هستار UM RLC یا یک هستار AM RLC رده‌بندی می‌شود.

---

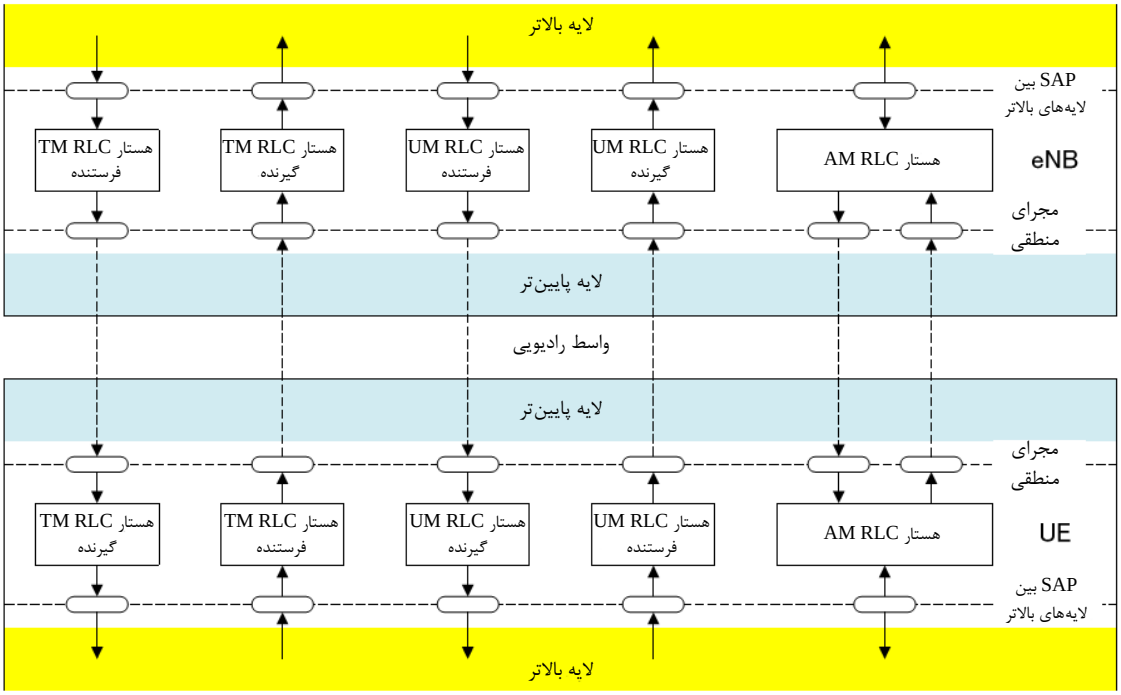
1 - Functional
2 - Model
3 - Logical channel

هستار TM RLC به صورت یک هستار TM RLC فرستنده یا به صورت یک هستار TM RLC گیرنده پیکربندی می‌شود. هستار TM RLC فرستنده، RLC SDUها را از لایه‌های بالاتر دریافت می‌کند و RLC PDUها را از طریق لایه‌های پایین‌تر به هستار TM RLC نظر خود ارسال می‌کند. هستار TM RLC گیرنده، RLC SDUها را به لایه‌های بالاتر تحویل می‌دهد و RLC PDUها را از طریق لایه‌های پایین‌تر از هستار TM RLC نظیر خود دریافت می‌کند.

یک هستار UM RLC به صورت یک هستار UM RLC فرستنده یا هستار UM RLC گیرنده پیکربندی می‌شود. هستار UM RLC فرستنده، RLC SDUها را از لایه‌های بالاتر دریافت می‌کند و RLC PDUها را از طریق لایه‌های پایین‌تر به هستار UM RLC گیرنده نظیر خود می‌فرستد. هستار UM RLC گیرنده، RLC SDUها را به لایه بالاتر تحویل می‌دهد و RLC PDUها را از طریق لایه پایین‌تر از هستار UM RLC فرستنده نظیر خود دریافت می‌کند.

یک هستار AM RLC متشکل از یک سمت فرستنده و یک سمت گیرنده است. سمت فرستنده یک هستار AM RLC، RLC SDUها را از لایه‌های بالاتر دریافت می‌کند و RLC PDUها را از طریق لایه‌های پایین‌تر به هستار AM RLC نظیر خود ارسال می‌کند. سمت گیرنده یک هستار AM RLC، RLC SDUها را به لایه‌های بالاتر تحویل می‌دهد و RLC PDUها را از طریق لایه‌های پایین‌تر از هستار AM RLC نظیر خود دریافت می‌کند.

شکل ۱، مدل کلی زیرلایه RLC را به تصویر می‌کشد.



شکل ۱- مدل کلی زیرلایه RLC

موارد زیر به تمامی هستارهای RLC (یعنی هستار TM، UM و AM RLC) اعمال می‌شوند:

- RLC SDUهای دارای اندازه‌های متغیر هستند که در آنها همترازسازی بایت انجام شده[1] (یعنی مضارب هشت بیت هستند) پشتیبانی می‌شوند.
- RLC PDUها تنها زمانی شکل می‌گیرند که یک فرصت ارسال توسط لایه پایین‌تر اطلاع داده شده باشد (به عنوان مثال توسط MAC) و سپس به لایه پایین‌تر تحویل داده می‌شوند.

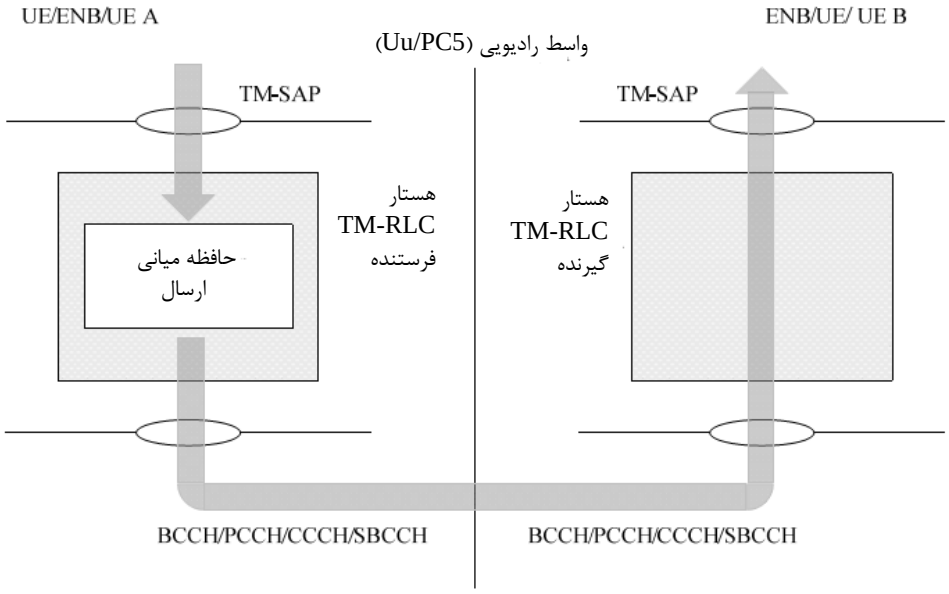
توصیف انواع مختلف هستار RLC در زیر ارائه می‌شوند.

۴-۲-۱-۱ هستار TM RLC

۴-۲-۱-۱-۱ کلیات

می‌توان یک هستار TM RLC را برای تحویل/ دریافت RLC PDUها به وسیله مجراهای منطقی زیر پیکربندی کرد:

- BCCH، DL /UL CCCH، PCCH و SBCCH



شکل ۲- مدل دو هستار نظیرِ حالت شفاف

یک هستار TM RLC، PDU داده RLC زیر را تحویل می‌دهد/ دریافت می‌کند:

- TMD PDU

۴-۲-۱-۱-۲ هستارهای TM RLC فرستنده

هنگامی که یک هستار TM RLC فرستنده، TMD PDUها را از RLC SDUها شکل می‌دهد:

- نباید RLC SDUها را قطعه‌بندی کند[2] یا پیوند بزند[3]

1 - Byte aligned
2 - Segment
3 - Concatenate

- نباید هیچ سرآیند[1] RLC را در TMD PDUها درج کند.

۴-۲-۱-۱-۳ هستارهای TM RLC گیرنده

هنگامی که یک هستار TM RLC گیرنده، TMD PDU را دریافت کند، باید:

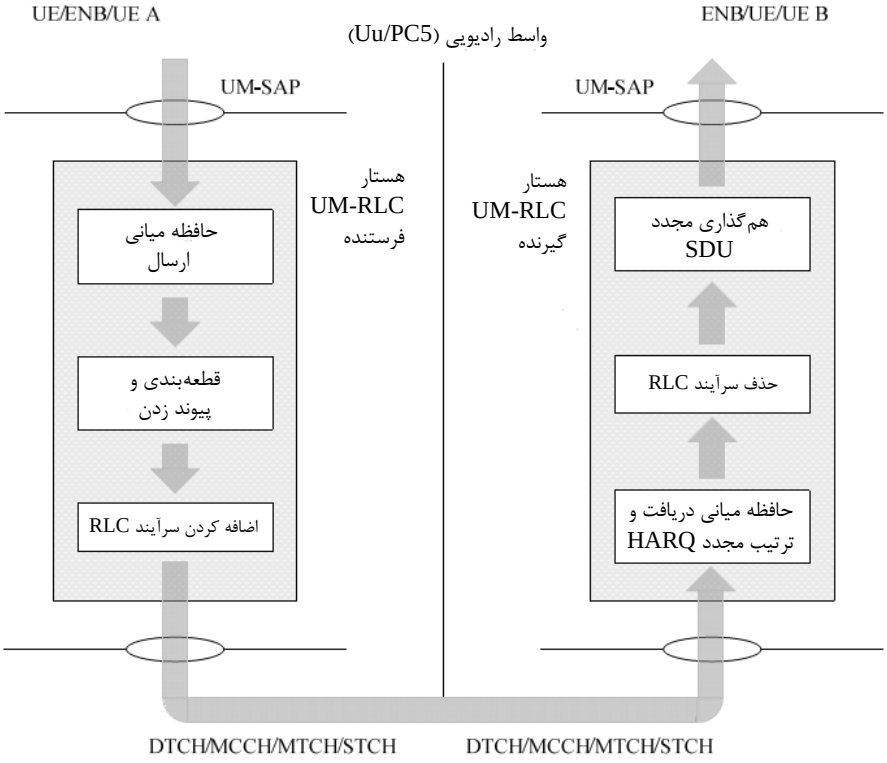
- TMD PDUها (که فقط RLC SDUها می‌باشند) را به لایه‌های بالاتر تحویل دهد.

۴-۲-۱-۲ هستارهای UM RLC

۴-۲-۱-۲-۱ کلیات

می‌توان یک هستار UM RLC را به وسیله مجراهای منطقی زیر برای تحویل/ دریافت RLC PDUها پیکربندی کرد:

- DTCH UL/ DL، MCCH، MTCH یا STCH.



شکل ۳- مدل دو هستار نظیرِ حالت تصدیق نشده

یک هستار UM RLC، PDU داده RLC زیر را تحویل می‌دهد (دریافت می‌کند):

- UMD PDU

1 - Header

یادآوری- ترتیب مجدد[1] HARQ برای دریافت MCCH یا MTCH کاربردی نیست.

۴-۲-۱-۲-۲ هستار UM RLC فرستنده

هنگامی که یک هستار UM RLC فرستنده، UMD PDUها را از RLC SDUها شکل می‌دهد، باید:

- RLC SDUها را طوری قطعه‌بندی کند یا پیوند دهد که UMD PDU در مجموع اندازه RLC PDU(های) مشخص شده توسط لایه پایین‌تر در فرصت ارسال مشخص اطلاع داده شده توسط لایه پایین‌تر جای بگیرند
- سرآیندهای RLC مرتبط را در UMD PDU درج کند.

۴-۲-۱-۲-۳ هستار UM RLC گیرنده

هنگامی که هستار UM RLC گیرنده، UMD PDUها را دریافت کند، باید:

- آشکار کند که آیا UMD PDUها بصورت تکراری دریافت شده‌اند و UMD PDUهای تکراری را کنار بگذارد.
- اگر UMD PDUها خارج از دنباله[2] دریافت شده باشند، آنها را ترتیب مجدد کند
- از دست رفتن UMD PDUها را در لایه‌های پایین‌تر تشخیص دهد و از تأخیرهای ترتیب مجدد بیش از حد اجتناب ورزد
- RLC SDUها را از UMD PDUهای ترتیب مجدد شده هم‌گذاری مجدد[3] کند (بدون در نظر گرفتن RLC PDUهایی که از دست رفتن آنها تشخیص داده شده است) و RLC SDUها را به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد.
- UMD PDUهای دریافت شده‌ای را کنار بگذارد که به دلیل تلف در لایه‌های پایین‌تر یک UMD PDU که به RLC SDU خاص تعلق داشته‌اند، نمی‌توان آنها را به صورت یک RLC PDU هم‌گذاری مجدد کرد.

هنگام برقراری مجدد RLC، هستار UM RLC گیرنده باید:

- اگر ممکن باشد، RLC SDUها را از UMD PDUهایی هم‌گذاری مجدد کند که خارج از دنباله دریافت شده‌اند و آن‌ها را به لایه‌های بالاتر تحویل دهد.
- هر UMD PDU باقیمانده را کنار بگذارد که نمی‌توان به صورت RLC SDU هم‌گذاری مجدد کرد.
- متغیرهای وضعیت[4] مرتبط را راه‌اندازی کرده[5] و زمان‌سنج‌های مرتبط را متوقف سازد.

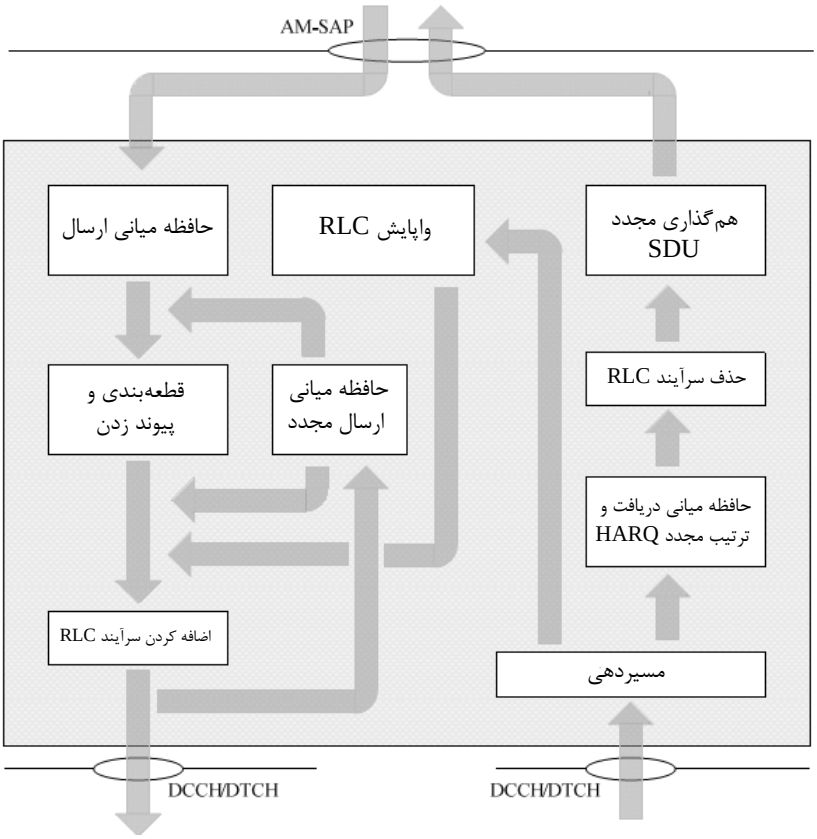
1 - Reordering
2 - Out of sequence
3 - Reassemble
4 - State variables
5 - Initialize

۴-۲-۱-۳ هستار AM RLC

۴-۲-۱-۳-۱ کلیات

می‌توان یک هستار AM RLC را برای تحویل/ دریافت RLC PDUها به وسیله مجراهای منطقی زیر پیکربندی کرد:

- DL /UL DCCH یا DL /UL DTCH



شکل ۴- مدل یک هستار حالت تصدیق شده

یک هستار AM RLC، PDUهای داده RLC زیر را تحویل می‌دهد/ دریافت می‌کند:

- AMD PDU
- قطعه AMD PDU

یک هستار AM RLC، خود PDU واپایش RLC زیر را تحویل می‌دهد/ دریافت می‌کند:

- STATUS PDU

۴-۲-۱-۳-۲ سمت فرستنده

هنگامی که سمت فرستنده یک هستار AM RLC، AMD PDUها را از RLC SDU شکل می‌دهد، باید:

- RLC SDUها را قطعه‌بندی کند و یا پیوند بزند تا AMD PDUها درون مجموع اندازه RLC PDU(های) اطلاع داده شده توسط لایه پایین‌تر در فرصت ارسال مشخص اطلاع داده شده توسط لایه پایین‌تر قرار گیرند.

سمت فرستنده یک هستار AM RLC، از ارسال مجدد PDUهای داده RLC (ARQ) پشتیبانی می‌کند:

- اگر PDU داده RLC که قرار است ارسال مجدد شود، درون مجموع اندازه RLC PDU(های) اطلاع داده شده توسط لایه پایین‌تر در فرصت ارسال مشخص اطلاع داده شده توسط لایه پایین‌تر قرار نگیرد، هستار AM RLC می‌تواند PDU داده RLC را بصورت قطعات AMD PDU قطعه‌بندی مجدد کند.
- تعدادِ قطعه‌بندی‌های مجدد محدود نمی‌شود.

هنگامی که سمت فرستنده یک هستار AM RLC، AMD PDUهایی را از RLC SDU شکل دهد که از لایه‌های بالاتر دریافت شده‌اند یا از قطعات AMD PDU از PDUهای داده RLC شکل دهد که قرار است مجدداً ارسال شوند، باید:

- سرآیندهای RLC مرتبط را در PDU داده RLC درج کند.

۴-۲-۱-۳-۳ سمت گیرنده

هنگامی که سمت گیرنده یک هستار AM RLC، PDUهای داده RLC را دریافت کند، باید:

- آشکار کند که آیا PDUهای داده RLC به صورت تکراری دریافت شده‌اند و PDUهای داده RLC تکراری را کنار بگذارد.
- اگر UMD PDUها خارج از دنباله دریافت شده باشند، آنها را ترتیب مجدد کند
- تلف PDUهای داده RLC را در لایه‌های پایین‌تر آشکار کند و از هستار نظیر AM RLC خود، ارسال مجدد درخواست کند
- RLC SDUها را از PDUهای داده RLC ترتیب مجدد شده هم‌گذاری کند و RLC SDUها را به صورت ترتیبی به لایه‌های بالاتر تحویل دهد.

هنگام برقراری مجدد RLC، سمت گیرنده یک هستار AM RLC باید:

- اگر ممکن باشد، RLC SDU را از PDUهای داده RLC هم‌گذاری مجدد کند که خارج از دنباله دریافت شده‌اند و آن‌ها را به لایه‌های بالاتر تحویل دهد
- هر PDU داده RLC باقیمانده را کنار بگذارد که نمی‌توان به صورت RLC SDU هم‌گذاری مجدد کرد
- متغیرهای وضعیت مرتبط را راه‌اندازی کند و زمان‌سنج‌های مرتبط را متوقف سازد.

۴-۳ خدمات

۴-۳-۱ خدمات فراهم شده برای لایه‌های بالاتر

خدمات زیر توسط RLC برای لایه‌های بالاتر فراهم می‌شوند:

- انتقال داده TM

- انتقال داده UM
- انتقال داده AM شامل اعلان[1] تحویل موفق PDUهای لایه‌های بالاتر

۴-۳-۲ خدمات مورد انتظار از لایه‌های پایین‌تر

RLC خدمات زیر را از لایه پایین‌تر (یعنی MAC) انتظار دارد:

- انتقال داده‌ها
- اطلاع دادن در مورد یک فرصت ارسال به همراه مجموع اندازه RLC PDU(هایی) که قرار است در فرصت ارسال، فرستاده شوند.

۴-۴ کارکردها

زیرلایه RLC از توابع زیر پشتیبانی می‌کند:

- انتقال PDUهای لایه‌های بالاتر
- تصحیح خطا به وسیله ARQ (تنها برای ارسال داده AM)
- پیوند زدن، قطعه بندی و هم‌گذاری مجدد RLC SDUها (تنها برای انتقال داده UM و AM)
- قطعه بندی مجدد PDUهای داده RLC (تنها برای انتقال داده AM)
- ترتیب مجدد PDUهای داده RLC (تنها برای انتقال داده UM و AM)
- آشکارسازی تکرار (تنها برای انتقال داده UM و AM)
- کنار گذاشتن RLC SDU (تنها برای انتقال داده UM و AM)
- برقراری مجدد RLC
- آشکارسازی خطای پروتکل (تنها برای انتقال داده AM)

۴-۵ داده در دسترس برای ارسال

به منظور گزارش‌دهی وضعیت حافظه میانی[2] MAC، UE باید موارد زیر را به عنوان داده در دسترس برای ارسال در لایه RLC در نظر گیرد:

- RLC SDUها یا قطعات آن، که تاکنون در یک PDU داده RLC درج نشده‌اند
- PDUهای داده RLC یا قسمت‌های آن، که برای ارسال مجدد معلق می‌باشند[3] (RLC AM).

بعلاوه، اگر یک STATUS PDU فعال شده باشد و *t-StatusProhibit* در حال اجرا نباشد یا منقضی شده باشد، UE باید اندازه STATUS PDU را تخمین بزند که در فرصت ارسال بعدی منتقل خواهد شد، و آن را به عنوان داده در دسترس برای ارسال در لایه RLC در نظر بگیرد.

---

1 - Indication
2 - Buffer
3 - Pending

۵ رویه‌ها

۵-۱ رویه‌های انتقال داده

۵-۱-۱ انتقال داده TM

۵-۱-۱-۱ عملیات ارسال

۵-۱-۱-۱-۱ کلیات

هنگام ارائه یک TMD PDU جدید به لایه پایین‌تر، هستار TM RLC فرستنده باید:

- یک RLC SDU را بدون هیچگونه تغییر به لایه پایین‌تر ارسال کند

۵-۱-۱-۲ عملیات‌های دریافت

۵-۱-۱-۲-۱ کلیات

هنگام دریافت یک TMD PDU جدید از لایه پایین‌تر، هستار TM RLC گیرنده باید:

- TMD PDU را بدون هیچگونه تغییری به لایه‌های بالاتر تحویل دهد.

۵-۱-۲ انتقال داده UM

۵-۱-۲-۱ عملیات ارسال

۵-۱-۲-۱-۱ کلیات

هنگامی تحویل یک UMD PDU جدید به لایه پایین‌تر، هستار UM RLC فرستنده باید:

- SN متعلق به UMD PDU را برابر با VT(US) تنظیم کند و سپس VT(US) را یک واحد افزایش دهد.

۵-۱-۲-۲ عملیات دریافت

۵-۱-۲-۲-۱ کلیات

هستار UM RLC گیرنده باید از یک پنجره ترتیب مجدد مطابق با متغیر وضعیت VR(UH) بصورت زیر نگه‌داری کند:

- اگر (VR(UH) - UM_Window_Size) <= SN < VR(UH) باشد، SN درون پنجره ترتیب مجدد قرار می‌گیرد
- در غیر این صورت، SN خارج از پنجره ترتیب مجدد قرار می‌گیرد.

هنگامی دریافت یک UMD PDU از لایه پایین‌تر، هستار UM RLC گیرنده باید:

- UMD PDU دریافت شده را کنار بگذارد یا آن را در حافظه میانی دریافت قرار دهد (به زیربند ۵-۱-۲-۲-۱ رجوع شود)
- اگر UMD PDU دریافت شده در حافظه میانی دریافت قرار گرفته باشد:

- متغیرهای وضعیت را بروز رسانی کند، RLC SDUها را هم‌گذاری مجدد کند و آنها را به لایه‌های بالاتر تحویل دهد و *t-Reordering* را به صورتی آغاز کند/ متوقف سازد که مورد نیاز است (زیربند ۵-۱-۲-۲-۳).

هنگامی که *t-Reordering* منقضی می‌شود، هستار UM RLC گیرنده باید:

- متغیرهای وضعیت را بروز رسانی کند، RLC SDUها را هم‌گذاری کند و به لایه‌های بالاتر تحویل دهد و *t-Reordering* را به صورتی آغاز کند که مورد نیاز است (به زیربند ۵-۱-۲-۲-۴ رجوع شود).

۵-۱-۲-۲-۲ فعالیت‌ها هنگامی که یک UMD PDU از لایه پایین‌تر دریافت شود

هنگامی که یک UMD PDU با SN = x از لایه پایین‌تر دریافت شود، هستار UM RLC گیرنده باید:

- اگر VR(UR)<x<VR(UH) و UMD PDU با SN=x قبلاً دریافت شده است، یا
- اگر (VR(UH) - UM Window Size) <= x < VR(UR)
  - UMD PDU دریافت شده را کنار بگذارد.
- در غیر این صورت:
  - UMD PDU دریافت شده را در حافظه میانی دریافت قرار دهد.

۵-۱-۲-۲-۳ فعالیت‌ها هنگامی که UMD PDU در حافظه میانی دریافت قرار داده شود

هنگامی که یک UMD PDU با SN = x در حافظه میانی دریافت قرار داده شود، هستار UM RLC گیرنده باید:

- اگر x خارج از پنجره ترتیب مجدد قرار گیرد:
  - VR(UH) را به x+1 بروز رسانی کند
  - RLC SDUها را از هرکدام از UMD PDUها با SN هم‌گذاری مجدد کند که خارج از پنجره ترتیب مجدد قرار می‌گیرد، سرآیندهای RLC را در حین انجام این کار حذف کند و RLC SDUهای هم‌گذاری مجدد شده را اگر قبلاً تحویل داده نشده‌اند، به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد
  - اگر VR(UR) خارج از پنجره ترتیب مجدد قرار گیرد:
    - VR(UR) را به (VR(UH) - UM_Window_Size) تنظیم کند
- اگر حافظه میانی دریافت شامل یک UMD PDU با SN = VR(UR) باشد:
  - VR(UR) را به SN اولین UMD PDU با SN بزرگ‌تر از VR(UR) فعلی که دریافت نشده بروز رسانی کند.
  - RLC SDUها را از هر UMD PDU با SN کوچک‌تر از VR(UR) بروز رسانی شده هم‌گذاری مجدد کند، سرآیندهای RLC را در حین انجام این کار حذف کند و RLC SDUهای هم‌گذاری مجدد شده را اگر قبلاً تحویل داده نشده‌اند، به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد
- اگر *t-Reordering* در حال اجرا باشد:

- اگر VR(UX) <= VR(UR) باشد یا
- اگر VR(UX) خارج از پنجره ترتیب مجدد قرار گیرد و VR(UX) برابر با VR(UH) نباشد:
  - *t-Reordering* را متوقف و بازنشانی کند.
- اگر *t-Reordering* در حال اجرا نباشد (شامل حالتی که *t-Reordering* براثر فعالیت‌های فوق متوقف شود)
  - اگر VR(UH) > VR(UR) باشد:
    - *t-Reordering* را آغاز کند.
    - VR(UX) را به VR(UH) تنظیم کند.

۵-۱-۲-۲-۴ فعالیت‌ها هنگامی که *t-Reordering* منقضی شود

هنگامی که *t-Reordering* منقضی شود، هستار UM RLC گیرنده باید:

- VR(UR) را به SN اولین UMD PDU با VR(UX) =< SN که دریافت نشده بروز رسانی کند
- RLC SDUها را از هر UMD PDU با SN کوچک‌تر از VR(UR) بروز رسانی شده هم‌گذاری مجدد کند، سرآیندهای RLC را در حین انجام این کار حذف کند و RLC SDUهای هم‌گذاری مجدد شده را اگر قبلاً تحویل داده نشده‌اند، به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد
- اگر VR(UH) > VR(UR) باشد:
  - *t-Reordering* را آغاز کند
  - VR(UX) را برابر با VR(UH) تنظیم کند.

۵-۱-۳ انتقال داده AM

۵-۱-۳-۱ عملیات‌های ارسال

۵-۱-۳-۱-۱ کلیات

سمت فرستنده یک هستار AM RLC، باید ارسال PDUهای واپایش RLC را روی PDUهای داده RLC اولویت‌بندی کند. سمت فرستنده یک هستار AM RLC، باید ارسال مجدد PDUهای داده RLC را روی ارسال AMD PDUهای جدید اولویت‌بندی کند.

سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید یک پنجره ارسال را مطابق با متغیرهای وضعیت VT(A) و VT(MS) به صورت زیر حفظ کند:

- اگر VT(A) <= SN < VT(MS)، SN درون پنجره ارسال قرار می‌گیرد
- در غیر این صورت، SN خارج از پنجره ارسال قرار می‌گیرد.

سمت فرستنده هستار AM RLC نباید هیچ PDU داده RLC را که SN آن خارج از پنجره ارسال قرار می‌گیرد به لایه‌های پایین‌تر تحویل دهد.

هنگام تحویل یک AMD PDU جدید به لایه پایین‌تر، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

- SN متعلق به AMD PDU را برابر با VT(S) قرار دهد و سپس VT(S) را یک واحد افزایش دهد.

سمت فرستنده یک هستار AM RLC می‌تواند برای یک PDU داده RLC از موارد زیر یک تصدیق مثبت (تایید دریافت موفق توسط هستار AM RLC نظیر آن) دریافت کند:

- STATUS PDU از هستار AM RLC نظیر خود.

هنگام دریافت یک تصدیق مثبت برای AMD PDU با SN = VT(A)، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

- VT(A) را برابر با SN متعلق به AMD PDU با کوچک‌ترین SN تنظیم کند که SN آن در گستره VT(A) <= SN <= VT(S) واقع می‌شود و برای آن تاکنون یک تصدیق مثبت دریافت نشده است
- اگر تصدیق مثبت برای تمامی AMD PDUهای مرتبط با یک RLC SDU ارسال شده دریافت شده باشد:
  - یک اعلان را برای تحویل موفق RLC SDU به لایه‌های بالاتر ارسال کند.

۵-۱-۳-۲ عملیات دریافت

۵-۱-۳-۲-۱ کلیات

سمت گیرنده یک هستار AM RLC باید یک پنجره دریافت را مطابق با متغیرهای VR(R) و VR(MR) به صورت زیر نگه‌داری کند:

- اگر VR(R) <= SN < VR(MR)، SN درون پنجره دریافت قرار می‌گیرد
- در غیر این صورت، SN خارج از پنجره دریافت قرار می‌گیرد.

هنگامی دریافت یک PDU داده RLC از لایه پایین‌تر، سمت گیرنده یک هستار AM RLC باید:

- PDU داده RLC دریافت شده را کنار بگذارد یا آن را در حافظه میانی دریافت قرار دهد (به زیربند ۵-۱-۳-۲-۲ رجوع شود)
- اگر PDU داده RLC دریافت شده در حافظه میانی دریافت قرار داده شده باشد:
  - متغیرهای وضعیت را بروز رسانی کند و RLC SDUها را هم‌گذاری مجدد کرده و به لایه‌های بالاتر تحویل دهد و *t-Reordering* به صورتی آغاز کند/ متوقف سازد که مورد نیاز است (زیربند ۵-۱-۳-۲-۳)

هنگامی که *t-Reordering* منقضی می‌گردد، سمت گیرنده یک هستار AM RLC باید:

- متغیرهای وضعیت را بروز رسانی کند و *t-Reordering* را بصورتی آغاز کند که مورد نیاز است (زیربند ۵-۱-۳-۲-۴).

۵-۱-۳-۲-۲ فعالیت‌ها هنگامی که یک PDU داده RLC از لایه پایین‌تر دریافت شود

هنگامی که PDU داده RLC از لایه پایین‌تر دریافت شود که در آن PDU داده RLC حاوی شماره قطعه بایت y تا z یک AMD PDU با SN = x است، سمت گیرنده هستار AM RLC باید:

- اگر x خارج از پنجره دریافت واقع شود، یا
- اگر شماره‌های قطعه بایت y تا z متعلق به AMD PDU با SN = x قبلاً دریافت شده‌اند
  - PDU داده RLC دریافت شده را کنار بگذارد
- در غیر این صورت:
  - PDU داده RLC دریافت شده را در حافظه میانی دریافت قرار دهد.
- اگر برخی قطعات بایت AMD PDU درج شده در PDU داده RLC قبلاً دریافت شده‌اند، قطعات بایت تکراری را کنار بگذارد.

۵-۱-۳-۲-۳ فعالیت‌ها هنگامی که یک PDU داده RLC در حافظه میانی دریافت قرار گیرد

هنگامی که یک PDU داده RLC با SN = x در حافظه میانی دریافت قرار گیرد، سمت گیرنده هستار AM RLC باید:

- اگر x >= VR(H) باشد:
  - VR(H) را به x+ 1 بروز رسانی کند.
- اگر تمامی قطعات بایت AMD PDU با SN = VR(MS) دریافت شده باشند:
  - VR(MS) را به SN اولین AMD PDU با SN بزرگ‌تر از VR(MS) فعلی بروز رسانی کند که برای آن تمامی قطعات بایت دریافت نشده‌اند
- اگر x = VR(R) باشد:
  - اگر تمامی قطعات بایت AMD PDU با SN = VR(R) دریافت شده باشند:
    - VR(R) را به SN اولین AMD PDU با SN بزرگ‌تر از VR(R) فعلی بروز رسانی کند که برای آن تمامی قطعات بایت دریافت نشده‌اند.
    - VR(MR) را به VR(R) + AM_Window_Size بروز شده بروز رسانی کند.
  - RLC SDUها را از هرکدام از قطعات بایت AMD PDUها با SN هم‌گذاری مجدد کند که خارج از پنجره ترتیب مجدد و قطعات بایت به ترتیب دنباله AMD PDU با SN=VR(R) قرار می‌گیرد، سرآیندهای RLC را در حین انجام این کار حذف کند و RLC SDUهای هم‌گذاری مجدد شده را اگر قبلاً تحویل داده نشده‌اند، به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد
- اگر *t-Reordering* در حال اجرا باشد:
  - اگر VR(X) = VR(R) باشد، یا
  - اگر VR(X) خارج از پنجره دریافت قرار گیرد و VR(X) برابر با VR(MR) نباشد:
    - *t-Reordering* را متوقف و بازنشانی کند
- اگر *t-Reordering* در حال اجرا نباشد (شامل حالتی که *t-Reordering* به دلیل فعالیت‌های فوق متوقف شده است):

- اگر VR(H) > VR(R) باشد:
  - *t-Reordering* را آغاز کند.
  - VR(X) را برابر با VR(H) تنظیم کند.

۵-۱-۳-۲-۴ فعالیت‌ها هنگامی که *t-Reordering* منقضی شود

هنگامی که *t-Reordering* منقضی شود، سمت گیرنده هستار AM RLC باید:

- VR(MS) را به SN اولین AMD PDU با SN >= VR(X) بروز رسانی کند که برای آن تمامی قطعات بایت دریافت نشده‌اند
- اگر VR(H) > VR(MS):
  - *t-Reordering* را آغاز کند.
  - VR(X) را به VR(H) تنظیم کند.

۵-۲ رویه‌های ARQ

رویه‌های ARQ تنها توسط یک هستار AM RLC اجرا می‌شوند.

۵-۲-۱ ارسال مجدد

سمت فرستنده یک هستار AM RLC می‌تواند برای یک AMD PDU یا قسمتی از AMD PDU از موارد زیر یک تصدیق منفی (اعلام عدم دریافت توسط هستار AM RLC نظیر آن) دریافت کند:

- STATUS PDU از هستار AM RLC نظیر آن.

هنگام دریافت یک تصدیق منفی برای یک AMD PDU یا قسمتی از یک AMD PDU توسط STATUS PDU از هستار AM RLC نظیر آن، سمت فرستنده هستار AM RLC باید:

- اگر SN متناظر با AMD PDU داخل گستره VT(A) <= SN < VT(S) قرار گیرد:
  - AMD PDU یا قسمتی از AMD PDU را در نظر بگیرید که برای آن یک تصدیق منفی برای ارسال مجدد دریافت شده است.

هنگامی که یک AMD PDU یا قسمتی از یک AMD PDU برای ارسال مجدد در نظر گرفته شود، سمت فرستنده هستار AM RLC باید:

- اگر AMD PDU برای اولین بار برای ارسال مجدد در نظر گرفته شده است:
  - RETXCOUNT مرتبط با AMD PDU را برابر با صفر تنظیم کند.
- درغیر این صورت، اگر (AMD PDU یا قسمتی از آن که برای ارسال مجدد در نظر گرفته شده است) از قبل برای ارسال مجدد معلق نباشد، یا قسمتی از آن از قبل برای ارسال مجدد معلق نباشد:
  - RETX COUNT را افزایش دهد
- اگر RETX_COUNT = *maxRetxThreshold* باشد:

به لایه‌های بالاتر اعلان کند که به بیشینه ارسال مجدد رسیده است.

هنگام ارسال مجدد AMD PDU، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

- اگر AMD PDU کاملاً درون مجموع اندازه RLC PDU(های) اعلان شده توسط لایه پایین‌تر در این فرصت ارسال مشخص قرار می‌گیرد:
  - AMD PDU را به همان صورت به لایه پایین‌تر تحویل دهد، مگر برای فیلد P (بهتر است فیلد P مطابق با زیربند ۵-۲-۲ تنظیم شود)؛
- در غیر این صورت:
  - AMD PDU را قطعه‌بندی کند، یک قطعه AMD PDU جدید را شکل دهد که درون مجموع اندازه RLC PDU(های) اعلان شده توسط لایه پایین‌تر در این فرصت ارسال مشخص قرار می‌گیرد و قطعه AMD PDU جدید را به لایه پایین‌تر تحویل دهد.

هنگام ارسال مجدد قسمتی از یک AMD PDU، سمت فرستنده هستار AM RLC باید:

- این قسمت از AMD PDU را به صورت مورد نیاز قطعه‌بندی کند، یک قطعه AMD PDU جدید را شکل دهد که درون مجموع اندازه RLC PDUهای اعلان شده توسط لایه پایین‌تر در این فرصت ارسال مشخص قرار می‌گیرد، و قطعه AMD PDU جدید را به لایه پایین‌تر تحویل دهد.

هنگام تشکیل یک قطعه AMD PDU جدید، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

- تنها فیلد داده AMD PDU را به فیلد داده قطعه AMD PDU جدید نگاشت کند
- سرآیند قطعه AMD PDU جدید را مطابق با شرح زیربند ۶ تنظیم کند
- فیلد P را مطابق با زیربند ۵-۲-۲ تنظیم کند.

۵-۲-۲ سرکشی (بررسی کردن)[1]

یک هستار AM RLC می‌تواند به منظور فعال‌سازی گزارش‌دهی STATUS در هستار AM RLC نظیر، از آن سرکشی کند.

۵-۲-۲-۱ ارسال یک قطعه AMD PDU یا AMD PDU

پیرو هم‌گذاری یک AMD PDU جدید، سمت فرستنده هستار AM RLC باید:

- PDU_WITHOUT_POLL را یک واحد افزایش دهد
- BYTE_WITHOUT_POLL را توسط هر بایت جدید عنصر فیلد داده‌ای افزایش دهد که به فیلد داده PDU داده RLC نگاشت می‌گردد
- اگر *pollPDU* =< DU_WITHOUT_POLL باشد، یا
- اگر *pollByte* =<PDU_WITHOUT_POLL باشد
  - یک سرکشی را همان‌طور که در زیر توضیح داده شده در PDU داده RLC درج کند.

پیرو هم‌گذاری یک قطعه AMD PDU یا AMD PDU، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

1 - Polling

- اگر حافظه میانی ارسال و حافظه میانی ارسال مجدد بعد از ارسال PDU داده RLC خالی شوند (به استثنای PDU داده RLC ارسال شدخ که منتظر تصدیق هستند)؛ یا
- اگر نمی‌توان هیچ PDU داده RLC جدیدی را بعد از ارسال PDU داده RLC منتقل کرد (به عنوان مثال براثر واماندگی[1] پنجره)
    - یک سرکشی را در PDU داده RLC همان‌طور که در زیر توضیح داده شده درج کند.

به منظور درج یک سرکشی در یک PDU داده RLC، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

- فیلد P متعلق به PDU داده RLC را برابر با «۱» تنظیم کند
- PDU_WITHOUT_POLL را برابر با صفر تنظیم کند
- BYTE_WITHOUT_POLL را برابر با صفر تنظیم کند.

بعد از تحویل PDU داده RLC شامل یک سرکشی به لایه پایین‌تر و بعد از افزایش VT(S) اگر ضروری باشد، سمت فرستنده یک هستار AM RLC باید:

- POLL_SN را برابر با VT(S) – 1 تنظیم کند.
- اگر *t-PollRetransmit* در حال اجرا نباشد:
    - *t-PollRetransmit* را آغاز کند.
- در غیر این صورت:
    - *t-PollRetransmit* را بازنشانی کند.

۵-۲-۲-۲ دریافت یک گزارش STATUS

پیرو دریافت یک گزارش STATUS از هستار RLC AM گیرنده، سمت فرستنده هستار AM RLC باید:

- اگر گزارش STATUS متشکل از تصدیق مثبت یا منفی برای PDU داده RLC با شماره ترتیب برابر با POLL_SN باشد:
    - اگر *t-PollRetransmit* در حال اجرا باشد:
        - *t-PollRetransmit* را متوقف و بازنشانی کند.

۵-۲-۲-۳ انقضای t-PollRetransmit

پیرو انقضای *t-PollRetransmit*، سمت فرستنده هستار AM RLC باید:

- اگر حافظه میانی ارسال و حافظه میانی ارسال مجدد خالی باشند (به استثنای PDU داده RLC ارسال شده که منتظر تصدیق هستند)، یا
- اگر نمی‌توان هیچ PDU داده RLC جدیدی را ارسال کرد (به طور مثال براثر واماندگی پنجره)
    - AMD PDU با SN=VT(S) – 1 را برای ارسال مجدد را در نظر بگیرد
    - هر AMD PDU را در نظر بگیرد که به طور مثبت برای ارسال مجدد تصدیق نشده است

1 - Stalling

- یک سرکشی را همان‌طور که در زیربند ۵-۲-۲-۱ شرح داده شده در یک PDU داده RLC درج کند.

۵-۲-۳ گزارش‌دهی وضعیت

یک هستار AM RLC به منظور ارائه تصدیق‌های مثبت و/ یا منفی RLC PDUها (قسمتی از آنها)، STATUS PDU را به هستار AM RLC نظیرش ارسال می‌کند.

RRC این که آیا قرار است تابع ممنوع کردن وضعیت[1] برای یک هستار AM RLC بکار رود را پیکربندی می‌کند.

فعال‌سازها[2] برای راه‌اندازی گزارش STATUS عبارتند از:

- سرکشی از هستار AM RLC نظیر آن
  - هنگامی که یک PDU داده RLC با SN=x و فیلد P برابر با <۱> از لایه پایین‌تر دریافت شود، سمت گیرنده هستار AM RLC باید:
    - اگر PDU همان‌طور که در زیربند ۵-۱-۳-۲-۲ مشخص شده کنار گذاشته شده باشد، یا
    - اگر x < VR(MS) یا x >= VR(MR) باشد:
      - یک گزارش STATUS را فعال کند.
    - در غیر این صورت:
      - فعال‌سازی گزارش STATUS را تا هنگامی به تأخیر اندازد که x < VR(MS) or x >= VR(MR).

یادآوری ۱- این امر تضمین می‌کند که گزارش وضعیت RLC بعد از ترتیب مجدد HARQ ارسال می‌شود.

- تشخیص عدم موفقیت دریافت یک PDU داده RLC:
  - سمت گیرنده یک هستار AM RLC باید یک گزارش STATUS را هنگامی فعال کند که *t-Reordering* منقضی می‌شود.

یادآوری ۲- انقضای *t-Reordering*، VR(MS) که قرار است بروز رسانی شود و یک گزارش STATUS که قرار است فعال شود را فعال می‌کند، ولی گزارش STATUS باید بعد از این فعال شود که VR(MS) بروز رسانی شود.

هنگامی که گزارش STATUS فعال شده باشد، سمت گیرنده هستار AM RLC باید:

- اگر *t-StatusProhibit* در حال اجرا نباشد:
  - در اولین فرصت ارسال اعلان شده توسط لایه پایین‌تر، یک STATUS PDU بسازد و آن را به لایه پایین‌تر تحویل دهد.
- در غیر این صورت:

1 - Status prohibit
2 - Triggers

- در اولین فرصت ارسال اعلان شده توسط لایه پایین‌تر بعد از انقضای *t-StatusProhibit*، حتی اگر گزارش‌دهی وضعیت چندین بار در حالی فعال شده باشد که *t-StatusProhibit* در حال اجرا بوده است، یک تک STATUS PDU را بسازد و آن را به لایه پایین‌تر تحویل دهد.

هنگامی که یک STATUS PDU به لایه پایین‌تر تحویل داده شده باشد، سمت گیرنده یک هستار AM RLC باید:

- *t-StatusProhibit* را آغاز کند.

هنگام ساخت یک STATUS PDU، هستار AM RLC باید:

- برای AMD PDUهای با SN با VR(R)<=SN<VR(MS) که تاکنون به طور کامل دریافت نشده‌اند، به ترتیب صعود SN متعلق به PDUها و افزایش مرتبه قطعه بایت درون PDUها، با شروع از SN = VR(R) تا نقطه‌ای که در آن STATUS PDU حاصل شده همچنان درون مجموع اندازه RLC PDU اعلان شده توسط لایه پایین‌تر قرار می‌گیرد:
  - برای یک AMD PDU که برای آن تاکنون هیچ قطعه بایتی دریافت نشده است:
    - در STATUS PDU، یک فیلد SN تصدیق منفی (NACK_SN)[1] را درج کند که برابر با SN متعلق به AMD PDU تنظیم شده است.
  - برای یک دنباله پیوسته از قطعات بایت متعلق به یک AMD PDU که ناقص دریافت شده که تاکنون دریافت نشده است:
    - در STATUS PDU، مجموعه‌ای از NACK_SN، آغاز SO (SOstart) و خاتمه SO (SOend) را درج کند.
- ACK SN را برابر با SN متعلق به PDU داده RLC بعدی دریافت نشده تنظیم کند که به عنوان از دست رفته در STATUS PDU نتیجه شده مشخص نشده است.

۵-۳ رویه‌های کنار گذاشتن SDU

هنگامی که از لایه‌های بالاتر (یعنی PDCP) کنار گذاشتن یک RLC SDU مشخص اعلان شود، سمت فرستنده یک هستار AM RLC یا هستار UM RLC فرستنده باید در صورتی که تاکنون هیچ قطعه‌ای از RLC SDU اعلان شده به PDU داده RLC نگاشت نشده است، آن را کنار بگذارد.

۵-۴ رویه برقراری مجدد

برقراری مجدد RLC پیرو درخواست RRC انجام می‌گیرد و این تابع برای هستارهای AM، UM و TM RLC کاربردی است.

هنگامی که RRC اعلان کند که بهتر است یک هستار RLC مجدداً برقرار شود، هستار RLC باید:

- اگر یک هستار TM RLC فرستنده است:

1 - Negative Acknowledgement SN

- تمامی RLC SDUها را کنار بگذارد
- اگر یک هستار UM RLC گیرنده باشد:
  - هر گاه ممکن باشد، RLC SDUها را از UMD PDUهای با SN<VR(UH) هم‌گذاری مجدد کند، سرآیندهای RLC را در حین انجام این کار حذف کند و تمامی RLC SDUهای هم‌گذاری مجدد شده را اگر قبلاً تحویل داده نشده‌اند به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد، و
  - تمامی UMD PDU باقیمانده را کنار بگذارد
- اگر یک هستار UM RLC فرستنده است:
  - تمامی RLC SDUها را کنار بگذارد
- اگر یک هستار AM RLC است:
  - هر گاه ممکن باشد، RLC SDUها را از هر کدام از UMD PDUهای با SN<VR(UH) در سمت گیرنده هم‌گذاری مجدد کند، سرآیندهای RLC را در حین انجام این کار حذف کند و تمامی RLC SDUهای هم‌گذاری مجدد شده را اگر قبلاً تحویل داده نشده‌اند به ترتیب صعود RLC SN به لایه‌های بالاتر تحویل دهد، و
  - AMD PDUهای باقیمانده و قطعات بایت AMD PDUها را در سمت گیرنده کنار بگذارد
  - تمامی RLC SDUها و AMD PDUها در سمت فرستنده کنار بگذارد
  - تمامی PDUهای واپایش RLC را کنار بگذارد
- تمامی زمان‌سنج‌ها را متوقف و آنها را بازنشانی کند
- تمامی متغیرهای وضعیت را به مقادیر اولیه بازنشانی کند.

۵-۵ مدیریت داده پروتکل نامعلوم، پیش‌بینی‌نشده و دارای خطا

۵-۵-۱ دریافت PDU با مقادیر غیر معتبر یا ذخیره شده

هنگامی که یک هستار RLC، یک RLC PDU را دریافت کند که حاوی مقادیر غیر معتبر یا ذخیره شده است، هستار RLC باید:

- PDU دریافت شده را کنار بگذارد.

۶ پارامترها، قالب‌ها و واحدهای داده پروتکل

۶-۱ واحدهای داده پروتکل

می‌توان RLC PDUها را بصورت PDUهای داده RLC و PDUهای واپایش RLC رده‌بندی کرد. هستارهای TM، UM و AM RLC از PDUهای داده RLC در زیربند ۶-۱-۱ برای انتقال PDUهای لایه‌های بالاتر (به

عبارتی RLC SDUها) استفاده می‌کنند. هستار AM RLC از PDUهای واپایش RLC در زیربند ۶-۱-۲ برای انجام رویه‌های ARQ استفاده می‌کند.

۶-۱-۱ PDU داده RLC

الف) TMD PDU

برای انتقال PDUهای لایه‌های بالاتر توسط یک هستار TM RLC بکار می‌رود.

ب) UMD PDU

UMD PDU برای انتقال PDUهای لایه‌های بالاتر توسط یک هستار UM RLC بکار می‌رود.

ج) AMD PDU

AMD PDU برای انتقال PDUهای لایه‌های بالاتر توسط یک هستار AM RLC به کار می‌رود. از AMD PDU زمانی استفاده می‌شود که هستار AM RLC، (بخشی از) RLC SDU را برای اولین بار ارسال می‌کند یا هنگامی که هستار AM RLC یک AMD PDU را بدون الزام به اجرای قطعه بندی مجدد ارسال می‌کند.

د) قطعه AMD PDU

قطعه AMD PDU برای انتقال PDUهای لایه‌های بالاتر توسط یک هستار AM RLC بکار گرفته می‌شود. از این قطعه هنگامی استفاده می‌شود که نیاز است هستار AM RLC قسمتی از AMD PDU را مجدداً منتقل کند.

۶-۱-۲ PDU واپایش RLC

الف) STATUS PDU

سمت گیرنده یک هستار AM RLC از STATUS PDU برای مطلع کردن هستار نظیر AM RLC درباره PDUهای داده RLC استفاده می‌کند که با موفقیت دریافت شده‌اند، و PDUهای داده RLC که مفقود شدن آنها توسط سمت گیرنده هستار AM RLC آشکار می‌شود.

۶-۲ پارامترها و قالب‌ها

قالب‌های RLC PDUها در زیربند ۶-۲-۱ توضیح داده شده‌اند و پارامترهای آن‌ها در زیربند ۶-۲-۲ شرح داده می‌شوند.

۶-۲-۱ قالب‌ها

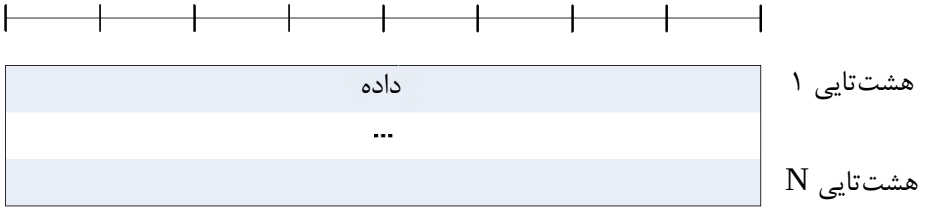
۶-۲-۱-۱ کلیات

RLC PDU یک رشته بیت است. در شکل‌های زیربند ۶-۲-۱-۲ تا ۶-۲-۱-۶، رشته‌های بیت به وسیله جداولی نمایش داده می‌شوند که در آن با ارزش‌ترین بیت، سمت چپ‌ترین بیت اولین خط جدول است و کم ارزش‌ترین بیت، سمت راست‌ترین بیت در خط آخر جدول است و به صورت کلی‌تر، رشته بیت از سمت چپ به راست و سپس به ترتیب قرائت خطوط خوانده می‌شود.

RLC SDUها رشته‌های بیتی می‌باشند که به لحاظ طول بایت همتراز شده‌اند (به عبارتی مضربی از ۸ بیت می‌باشند). یک RLC SDU درون یک RLC PDU از اولین بیت به بعد درج می‌شود.

۶-۲-۱-۲ رشته بیت TMD PDU

TMD PDU متشکل از تنها یک فیلد داده است و شامل هیچ سرآیند RLC نمی‌باشد.



شکل ۵- TMD PDU

۶-۲-۱-۳ رشته بیت UMD PDU

UMD PDU متشکل از یک فیلد داده و یک سرآیند UMD PDU است.

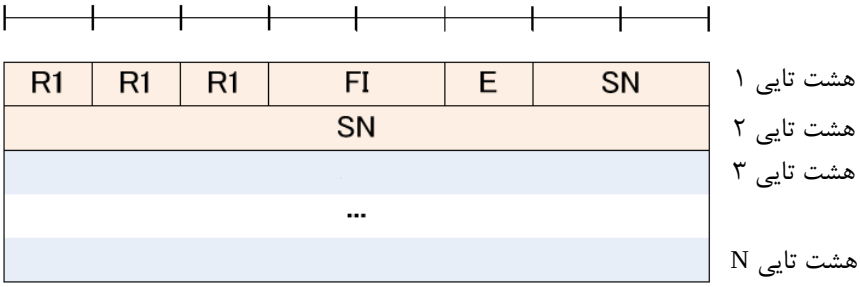
سرآیند UMD PDU متشکل از یک بخش ثابت (فیلدهایی که برای هر UMD PDU حضور دارند) و یک بخش توسعه می‌باشد (فیلدهایی که در صورت لزوم برای یک UMD PDU حضور دارند). قسمت ثابت سرآیند UMD PDU خود به لحاظ بایتی همتراز شده است و متشکل از یک FI، یک E و یک SN است. بخش توسعه سرآیند UMD PDU خود به لحاظ بایتی همتراز شده است و متشکل از E(ها) و LI(ها) است.

RRC، یک هستار UM RLC را به منظور استفاده از یک SN با طول ۵ بیت یا یک SN با طول ۱۰ بیت پیکربندی می‌کند. هنگامی که SN با طول ۵ بیت پیکربندی می‌شود، طول بخش ثابت سرآیند UMD PDU برابر با یک بایت است. هنگامی که SN با طول ۱۰ بیت پیکربندی می‌شود، بخش ثابت سرآیند UMD PDU با بخش ثابت سرآیند AMD PDU یکسان است، مگر برای فیلدهای واپایش/ داده (D/C)[1]، RF و P که همگی با فیلدهای R1 جایگزین می‌شوند. بخش توسعه سرآیند UMD PDU با بخش توسعه سرآیند AMD PDU یکسان است (بدون توجه به اندازه SN پیکربندی شده).

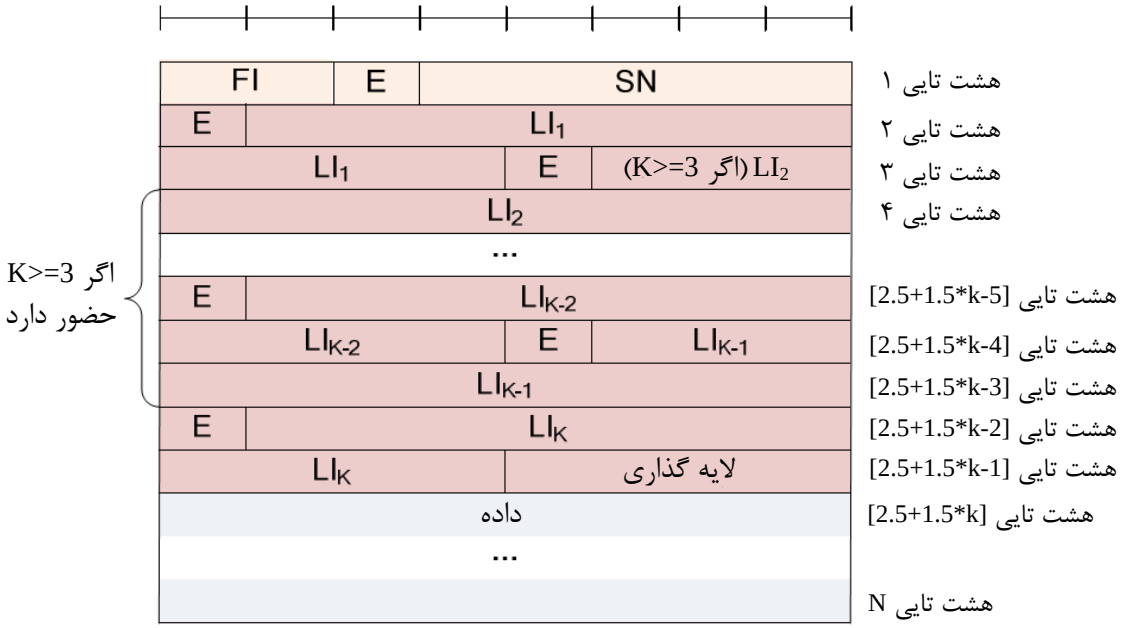
یک سرآیند UMD PDU تنها هنگامی دارای یک بخش توسعه است که بیش از یک عنصر فیلد داده در UMD PDU موجود باشد، که در آن صورت یک E و LI برای هر عنصر فیلد داده به جز آخرین مورد حضور دارد. بعلاوه، هنگامی که یک سرآیند UMD PDU شامل تعداد فردی از LI(ها) باشد، چهار بیت لایه‌گذاری[2] بعد از آخرین LI می‌آید.

1 - Data/ Control
2 - Padding

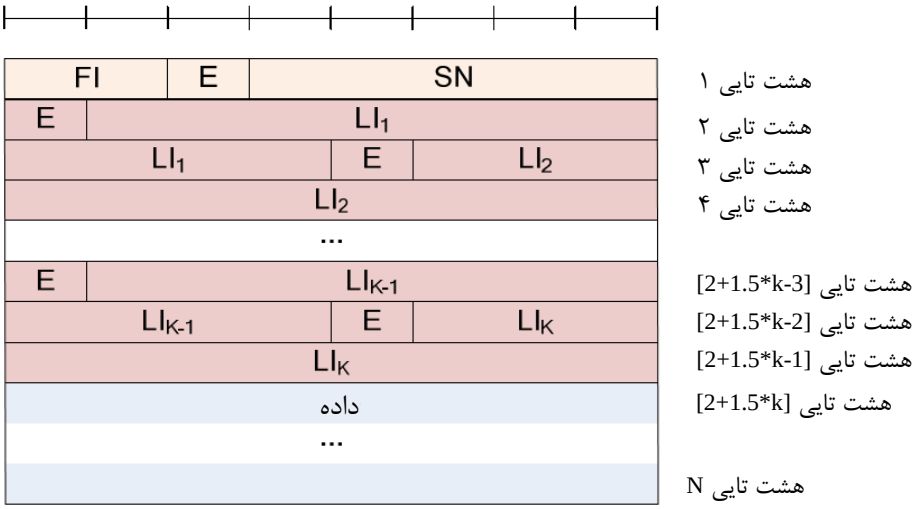
شکل ۶- UMD PDU با SN با طول ۵ بیت (بدون LI)



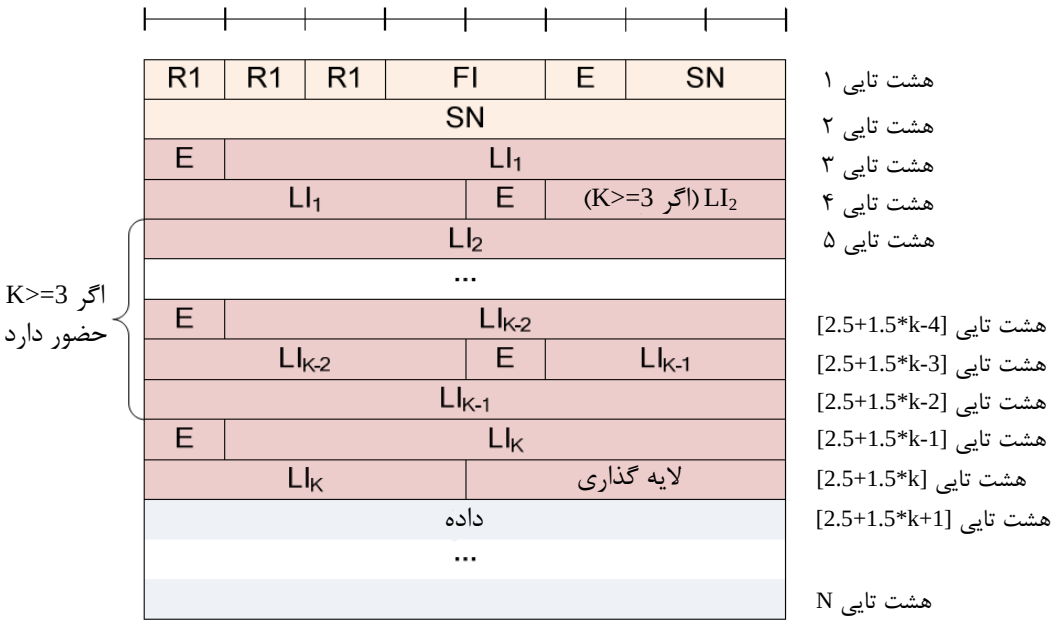
شکل ۷- UMD PDU با SN با طول ۱۰ بیت (بدون LI)



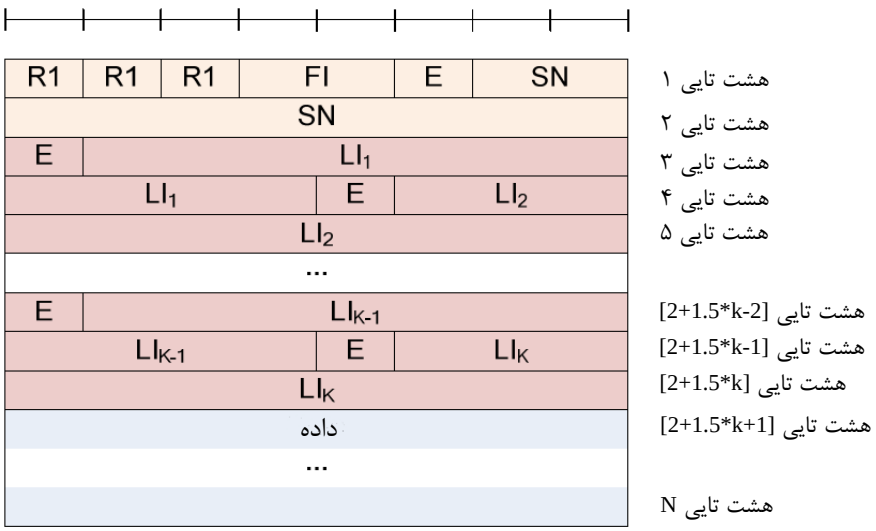
شکل ۸- UMD PDU با SN با طول ۵ بیت (تعداد فردی از LIها، یعنی ... K = 1, 3, 5,)



شکل ۹– UMD PDU با SN با طول ۵ بیت (تعداد زوج LIها یعنی ... ,K = 2, 4, 6)



شکل ۱۰– UMD PDU با SN با طول ۱۰ بیت (تعداد فرد LIها یعنی .. ,K = 1, 3, 5)



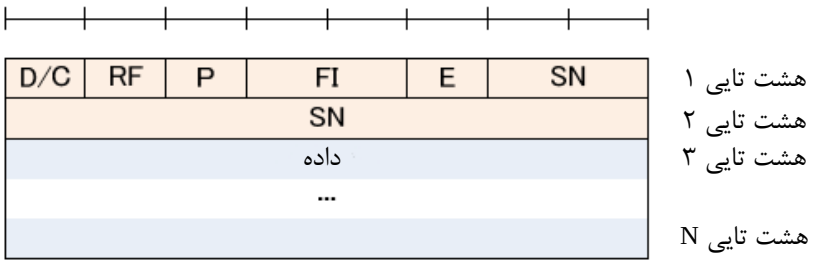
شکل ۱۱– UMD PDU با SN با طول ۱۰ بیت (تعداد زوج LIها، یعنی ... ,K = 2, 4, 6)

۶-۲-۱-۴ رشته بیت AMD PDU

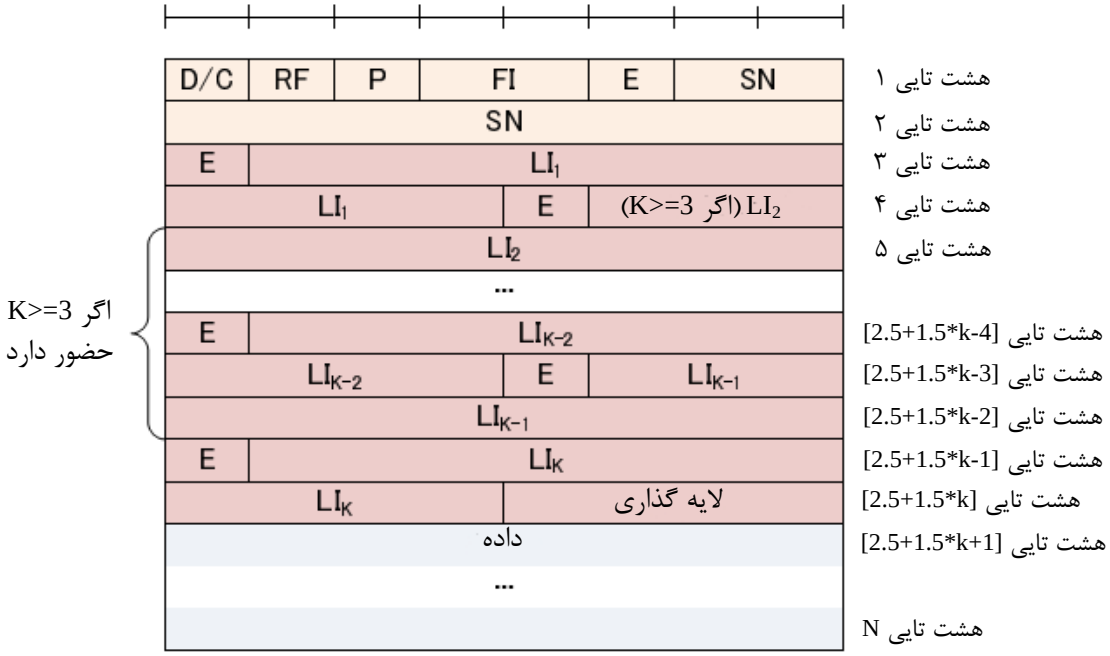
AMD PDU متشکل از یک فیلد داده و یک سرآیند AMD PDU است.

سرآیند AMD PDU متشکل از یک بخش ثابت (فیلدهایی که برای هر AMD PDU حضور دارند) و یک بخش توسعه می‌باشد (فیلدهایی که برای یک AMD PDU در صورت ضرورت حضور دارند). بخش ثابت سرآیند AMD PDU خود به لحاظ بایتی همتراز شده است و متشکل از یک D/C، یک RF، یک P، یک FI و یک SN است. بخش توسعه سرآیند AMD PDU خود به لحاظ بایتی همتراز شده است و متشکل از E(ها) و LI(ها) می‌باشد.

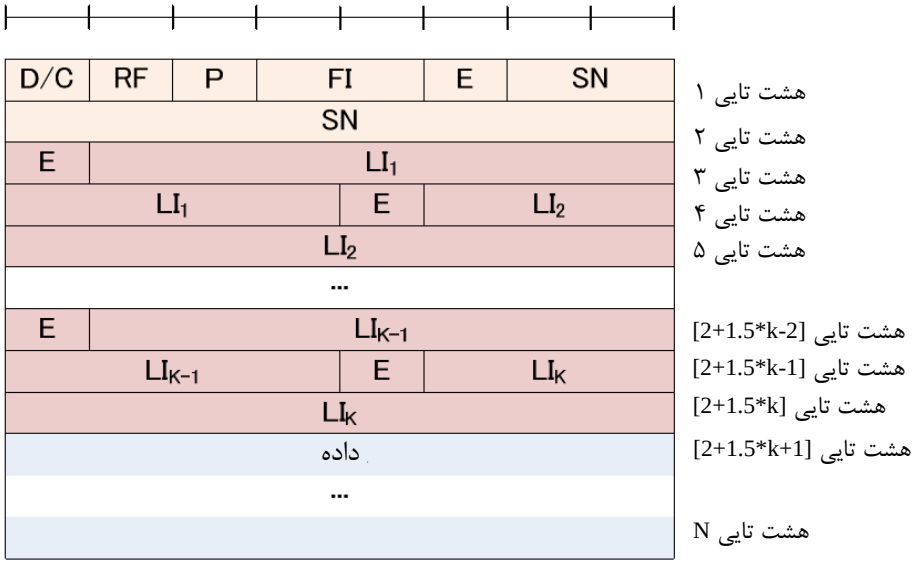
یک سرآیند AMD PDU تنها زمانی شامل یک بخش توسعه است که بیش از یک عنصر فیلد داده در UMD PDU موجود باشد که در آن صورت یک E و LI برای هر عنصر فیلد داده مگر آخرین مورد حضور دارد. بعلاوه، هنگامی که یک سرآیند UMD PDU شامل تعداد فردی از LI(ها) است و طول فیلد LI برابر ۱۱ بیت باشد، چهار بیت لایه‌گذاری بعد از آخرین LI می‌آید.



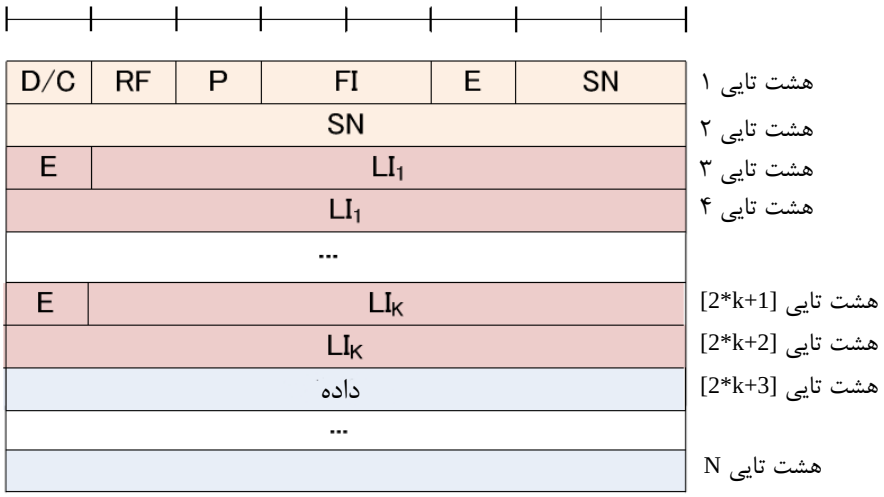
شکل ۱۲– AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۱ بیت است) (بدون LI).



شکل ۱۳– AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۱ بیت است) (تعداد فرد LIها یعنی K = 1,3,5,…)



شکل ۱۴– AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۱ بیت است) (تعداد زوج LIها یعنی K = 2, 4, 6, ...)



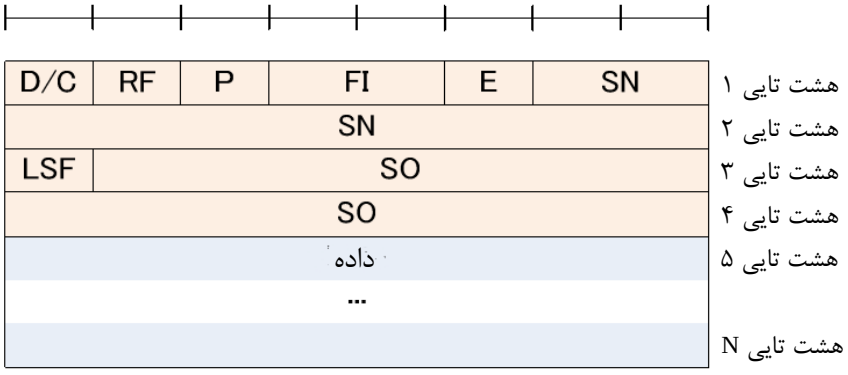
شکل ۱۵- AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۵ بیت است)

۶-۲-۱-۵ قطعه AMD PDU

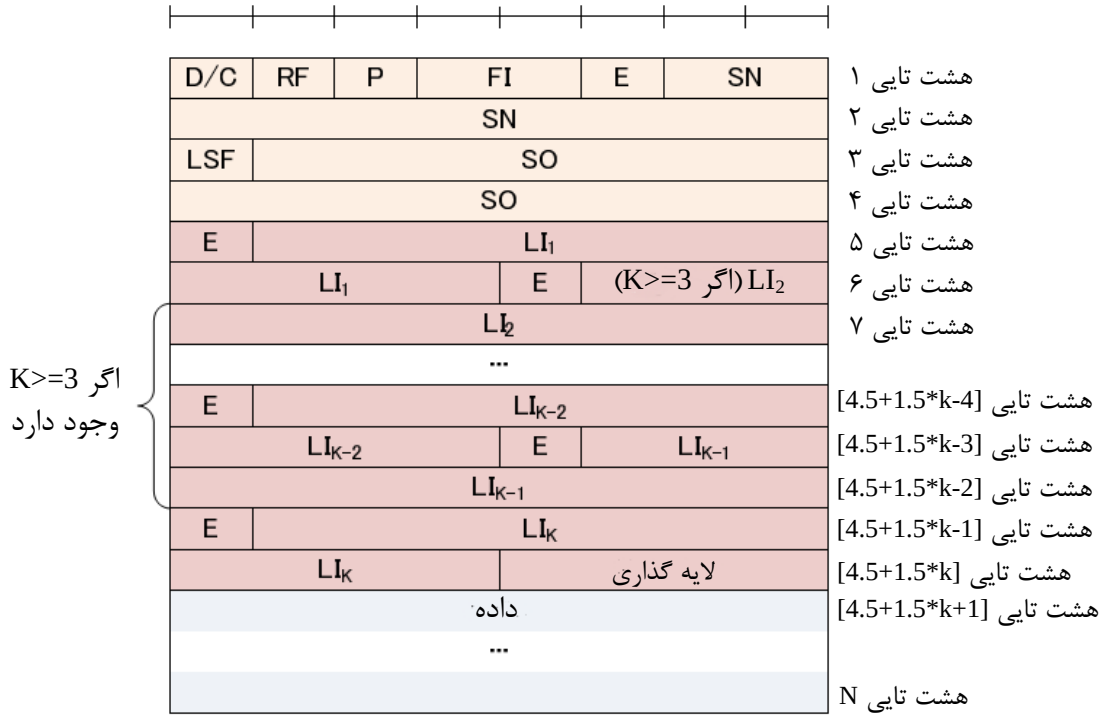
قطعه AMD PDU متشکل از یک فیلد داده و یک سرآیند قطعه AMD PDU است.

سرآیند قطعه AMD PDU متشکل از یک قسمت ثابت (فیلدهایی که برای هر قطعه AMD PDU حضور دارند) و یک بخش توسعه می‌باشد (فیلدهایی که برای یک قطعه AMD PDU در صورت ضرورت حضور دارند). قسمت ثابت سرآیند قطعه AMD PDU خود به لحاظ بایتی همتراز شده است و متشکل از یک D/C، یک RF، یک P، یک FI، یک E، یک SN، یک LSF و یک SO است. بخش توسعه سرآیند قطعه AMD PDU خود به لحاظ بایتی همتراز شده است و متشکل از E(ها) و LI(ها) می‌باشد.

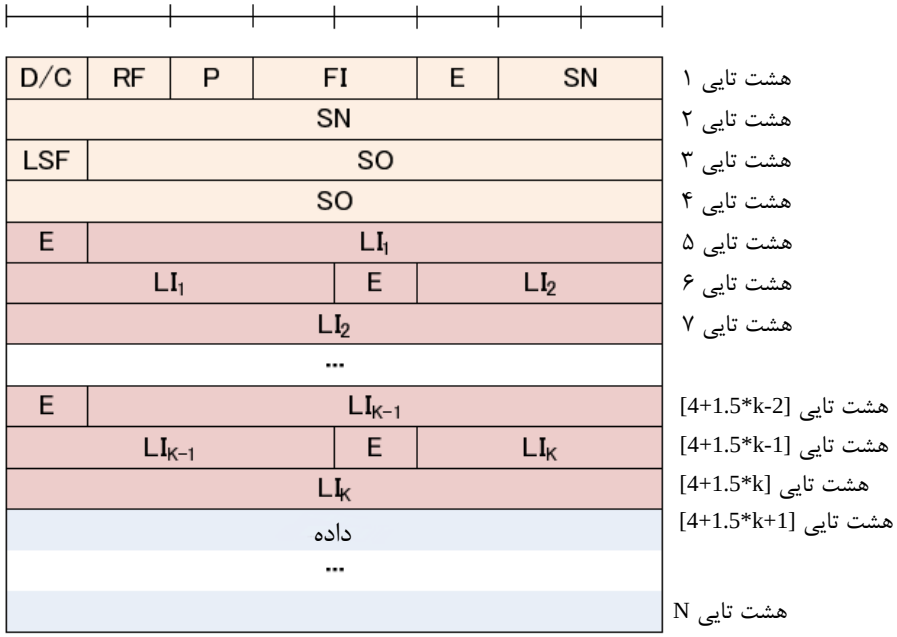
یک سرآیند قطعه AMD PDU تنها زمانی شامل یک بخش توسعه است که بیش از یک عنصر فیلد داده در UMD PDU موجود باشد که در آن صورت یک E و LI برای هر عنصر فیلد داده مگر آخرین مورد حضور دارد. بعلاوه، هنگامی که یک سرآیند UMD PDU شامل تعداد فردی از LI(ها) است و طول فیلد LI برابر ۱۱ بیت باشد، چهار بیت لایه‌گذاری بعد از آخرین LI می‌آید.



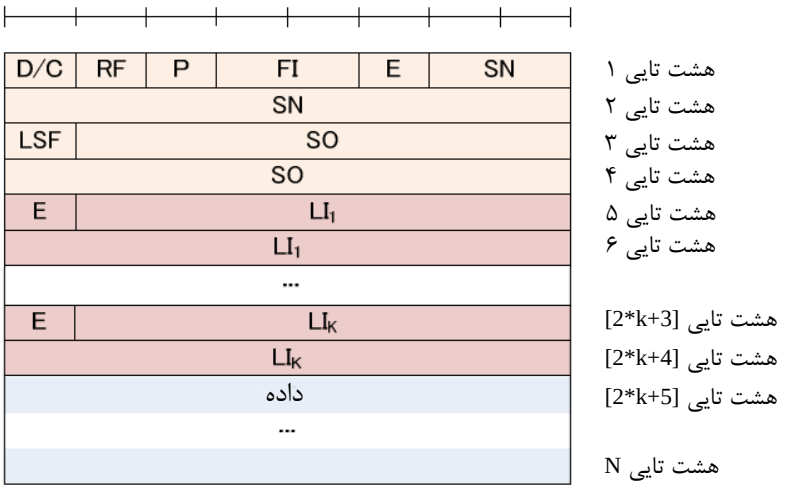
شکل ۱۶- قطعه AMD PDU (بدون LI).



شکل ۱۷– قطعه AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۱ بیت است) (تعداد فرد LIها یعنی K = 1,3, 5,...).



شکل ۱۸– قطعه AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۱ بیت است) (تعداد زوج LIها یعنی K = 2,4,6,...).



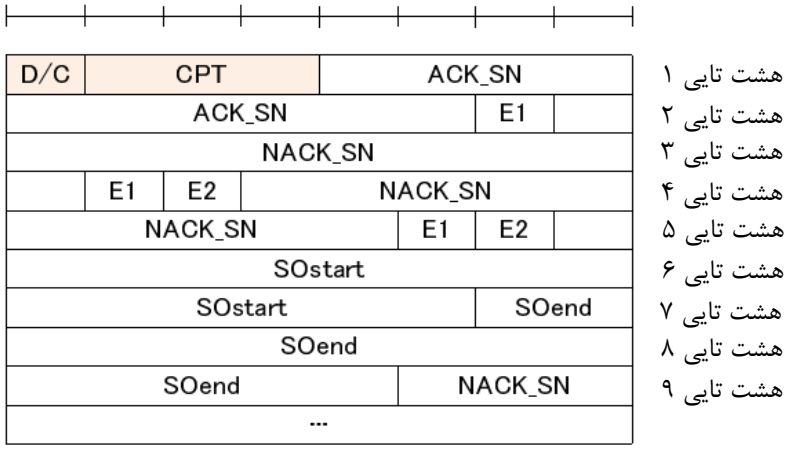
شکل ۱۹- قطعه AMD PDU (طول فیلد LI برابر با ۱۵ بیت است).

۶-۱-۲-۶ رشته بیت STATUS PDU

STATUS PDU متشکل از یک شناسانه پروتکل بار مفید[1] STATUS PDU و یک سرآیند PDU واپایش RLC است.

سرآیند PDU واپایش RLC متشکل از یک فیلد D/C و نوع PDU واپایش (CPT)[2] است.

شناسانه پروتکل بار مفید STATUS PDU از اولین بیت پس از سرآیند PDU واپایش RLC آغاز می‌شود و متشکل از یک فیلد SN تصدیق (ACK_SN)[3] و یک El، صفر یا چند مجموعه از NACK SN، یک El و یک E2 و در صورت امکان مجموعه‌ای از یک SOstart و یک SOend برای هر NACK_SN است. هنگامی که لازم باشد، یک تا هفت بیت لایه‌گذاری در انتهای STATUS PDU جهت دستیابی به تراز هشت‌تایی درج می‌شوند.



شکل ۲۰- STATUS PDU

1 - Payload
2 - Control PDU Type
3 - Acknowledgement SN

۶-۲-۲ پارامترها

۶-۲-۲-۱ کلیات

در تعریف هر فیلد در زیربندهای ۶-۲-۲-۲ تا ۶-۲-۲-۱۹، بیت‌ها در پارامترهایی نمایش می‌یابند که در آن اولین و مهم‌ترین بیت، سمت چپ‌ترین بیت است و آخرین و کم اهمیت‌ترین بیت، سمت راست‌ترین بیت است. مگر به گونه دیگری ذکر شده باشد، اعداد صحیح بصورت کدگذاری دودویی[1] استاندارد برای اعداد صحیح بدون علامت کدگذاری می‌شوند.

۶-۲-۲-۲ فیلد داده

عناصر فیلد داده، به ترتیبی که در فرستنده به هستار RLC می‌رسند به فیلد داده نگاشت می‌شوند. برای TMD PDU، UMD PDU و AMD PDU:

- درشت‌دانگی[2] اندازه فیلد داده یک بایت است
- بیشینه اندازه فیلد داده، بیشینه اندازه TB منهای کمینه مجموع اندازه سرآیند MAC PDU و کمینه اندازه سرآیند RLC PDU است.

برای TMD PDU:

- تنها می‌توان یک RLC SDU را به فیلد داده یک TMD PDU نگاشت کرد.

برای قطعه AMD PDU، UMD PDU و AMD PDU:

- می‌توان هرکدام از موارد زیر را به فیلد داده یک قطعه AMD PDU، UMD PDU یا AMD PDU نگاشت کرد
  - هیچگونه قطعه RLC SDU و یک یا چند RLC SDU
  - یک یا دو قطعه RLC SDU و هیچگونه یا چند RLC SDU
- قطعات RLC SDU به آغاز یا انتهای فیلد داده نگاشت می‌شوند
- یک قطعه RLC SDU یا RLC SDU بزرگ‌تر از ۲۰۴۷ هشت‌تایی برای LI با طول ۱۱ بیت را تنها می‌توان به انتهای فیلد داده نگاشت کرد
- هنگامی که دو قطعه RLC SDU وجود دارند، به RLC SDUهای متفاوت تعلق دارند.

۶-۲-۲-۳ فیلد SN

طول: ۱۰ بیت برای قطعات AMD PDU و AMD PDU. ۵ بیت یا ۱۰ بیت (قابل پیکربندی) برای UMD PDU.

فیلد SN، شماره دنباله UMD یا AMD PDU متناظر را مشخص می‌کند. برای یک قطعه AMD PDU، فیلد SN شماره دنباله AMD PDU اصلی را مشخص می‌کند که از آن قطعه AMD PDU ساخته شده است. شماره دنباله، برای هر UMD یا AMD PDU یک واحد افزایش می‌یابد.

---

1 - Binary
2 - Granularity

۶-۲-۲-۴ فیلد بیت E

طول: یک بیت

فیلد E مشخص می‌کند که آیا فیلد داده در ادامه می‌آید یا مجموعه‌ای از فیلد E و فیلد LI در ادامه می‌آید. تفسیر فیلد E در جدول ۱ و جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱- تفسیر فیلد E (برای فیلد E در بخش ثابت سرآیند)

مقدار	شرح
صفر	فیلد داده در ادامه هشت‌تایی می‌آید که به دنبال بخش ثابت سرآیند می‌آید
یک	مجموعه‌ای از فیلدهای E و فیلد LI در ادامه هشت‌تایی می‌آید که بعد از بخش ثابت سرآیند می‌آید

جدول ۲- تفسیر فیلد E (برای فیلد E در بخش توسعه سرآیند)

مقدار	شرح
صفر	فیلد داده در ادامه هشت‌تایی می‌آید که به دنبال فیلد LI به دنبال فیلد E می‌آید.
یک	مجموعه‌ای از فیلدهای E و فیلد LI از بیت بعد از فیلد LI به دنبال این فیلد Eمی‌آید.

۶-۲-۲-۵ فیلد LI

طول: ۱۱ بیت برای RLC UM، ۱۱ بیت یا ۱۵ بیت برای RLC AM. طول فیلد LI برای RLC AM توسط لایه‌های بالاتر پیکربندی می‌شود.

فیلد LI، طول عنصر فیلد داده متناظر موجود در PDU داده RLC تحویل داده شده/ دریافت شده توسط یک هستار AM RLC یا UM را بر حسب بایت مشخص می‌کند. اولین LI موجود در سرآیند PDU داده RLC با اولین عنصر اولین فیلد داده موجود در فیلد داده PDU داده RLC متناظر است، دومین LI موجود در سرآیند PDU داده RLC با دومین عنصر فیلد داده موجود در فیلد داده PDU داده RLC متناظر است و الی آخر. مقدار صفر ذخیره شده است.

۶-۲-۲-۶ فیلد FI

طول: ۲ بیت

فیلد FI مشخص می‌کند که آیا یک RLC SDU در آغاز و/ یا در انتهای فیلد داده قطعه‌بندی شده است. به طور خاص، فیلد FI مشخص می‌کند که آیا اولین بایت فیلد داده با اولین بایت یک RLC SDU متناظر است، و آیا آخرین بایت فیلد داده با آخرین بایت RLC SDU متناظر است. تفسیر فیلد FI در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- تفسیر فیلد FI

مقدار	شرح
00	اولین بایت فیلد داده با اولین بایت یک RLC SDU متناظر است. آخرین بایت فیلد داده با آخرین بایت یک RLC SDU متناظر است.

جدول ۳- ادامه

01	اولین بایت فیلد داده با اولین بایت یک RLC SDU متناظر است. آخرین بایت فیلد داده با آخرین بایت یک RLC SDU متناظر نیست.
10	اولین بایت فیلد داده با اولین بایت یک RLC SDU متناظر نیست. آخرین بایت فیلد داده با آخرین بایت یک RLC SDU متناظر است.
11	اولین بایت فیلد داده با اولین بایت یک RLC SDU متناظر نیست. آخرین بایت فیلد داده با آخرین بایت یک RLC SDU متناظر نیست.

۶-۲-۲-۷ فیلد SO

طول: ۱۵ بیت

فیلد SO، موقعیت قطعه AMD PDU را برحسب بایت درون AMD PDU اصلی مشخص می‌کند. به طور خاص، فیلد SO موقعیتی را درون فیلد داده AMD PDU اصلی مشخص می‌کند که اولین بایت فیلد داده قطعه AMD PDU متناظر با آن است. به اولین بایت در فیلد داده AMD PDU اصلی توسط مقدار فیلد SO برابر با «000000000000000» ارجاع می‌شود، یعنی شماره‌گذاری از صفر آغاز می‌شود.

۶-۲-۲-۸ فیلد LSF

طول: ۱ بیت

فیلد LSF مشخص می‌کند که آیا آخرین بایت قطعه AMD PDU با آخرین بایت AMD PDU متناظر است. تفسیر فیلد LSF در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴- تفسیر فیلد LSF

مقدار	شرح
صفر	آخرین بایت قطعه AMD PDU با آخرین بایت AMD PDU متناظر نیست
یک	آخرین بایت قطعه AMD PDU با آخرین بایت AMD PDU متناظر است

۶-۲-۲-۹ فیلد D/C

طول: یک بیت

فیلد D/C مشخص می‌کند که آیا RLC PDU یک PDU واپایش RLC یا PDU داده RLC است. تفسیر فیلد D/C در جدول ۵ آورده می‌شود.

جدول ۵- تفسیر فیلد D/C

مقدار	شرح
صفر	PDU واپایش
یک	PDU داده

۶-۲-۲-۱۰ فیلد RF

طول: یک بیت

فیلد RF مشخص می‌کند که آیا RLC PDU، یک قطعه AMD PDU یا AMD PDU است. تفسیر فیلد RF در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶- تفسیر فیلد RF

مقدار	شرح
۰	AMD PDU
۱	قطعه AMD PDU

۶-۲-۲-۱۱ فیلد بیت سرکشی (P)

طول: یک بیت

فیلد P مشخص می‌کند که آیا سمت فرستنده هستار AM RLC یک گزارش STATUS از هستار AM RLC نظیرش درخواست می‌کند. تفسیر فیلد P در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷- تفسیر فیلد P

مقدار	شرح
۰	گزارش وضعیت درخواست نشده است
۱	گزارش وضعیت درخواست شده است

۶-۲-۲-۱۲ فیلد ذخیره شده ۱ (R1)[1]

طول: یک بیت

فیلد R1 یک فیلد ذخیره شده برای این استاندارد است. هستار فرستنده باید فیلد R1 را برابر با «صفر» تنظیم کند. هستار گیرنده باید این فیلد را نادیده بگیرد.

۶-۲-۲-۱۳ فیلد CPT

طول: ۳ بیت

فیلد CPT، نوع PDU واپایش RLC را مشخص می‌کند. تفسیر فیلد CPT در جدول ۸ آورده شده است.

جدول ۸- تفسیر فیلد CPT.

مقدار	شرح
000	STATUS PDU
001-111	ذخیره شده (برای این استاندارد از پروتکل، هستار گیرنده، PDUهای با این کدگذاری را کنار خواهد گذاشت)

1 - Reserved 1

۶-۲-۲-۱۴ فیلد ACK_SN

طول: ۱۰ بیت

فیلد ACK_SN، PDU SN داده RLC دریافت نشده بعدی را مشخص می‌کند که در STATUS PDU به عنوان از دست رفته گزارش نمی‌شود. هنگامی که سمت فرستنده هستار AM RLC یک STATUS PDU را دریافت می‌کند، تفسیر می‌کند که هستار AM RLC نظیر آن تمامی AMD PDUها تا اما نه شامل AMD PDU با SN=ACK_SN را دریافت کرده است، به استثنای AMD PDUهای اعلان شده در STATUS PDU با ACK_SN و قسمت‌هایی ازAMD PDUهایی که در STATUS PDU با ACK_SN، SOstart و SOend اعلان شده‌اند.

۶-۲-۲-۱۵ فیلد بیت ۱ توسعه (E1)[1]

طول: یک بیت

فیلد El این را مشخص می‌کند که آیا مجموعه‌ای از NACK SN, El و E2 در ادامه می‌آید یا خیر. تفسیر فیلد El در جدول ۹ آورده می‌شود.

جدول ۹- تفسیر فیلد El.

مقدار	شرح
صفر	مجموعه‌ای از NACK SN، E1 و E2 در ادامه نمی‌آید.
یک	مجموعه‌ای از NACK SN، E1 و E2 در ادامه نمی‌آید.

۶-۲-۲-۱۶ فیلد NACK_SN

طول: ۱۰ بیت

فیلد NACK_SN خود SN متعلق به AMD PDU (یا قسمت‌هایی از آن) را مشخص می‌کند که به صورت از دست رفته در سمت گیرنده هستارAM RLC تشخیص داده شده است.

۶-۲-۲-۱۷ فیلد بیت ۲ پسوند (E2)[2]

طول: یک بیت

فیلد E2 مشخص می‌کند که آیا مجموعه‌ای از SOstart و SOend در ادامه می‌آید. تفسیر فیلد E2 در جدول ۱۰ آورده شده است.

جدول ۱۰- تفسیر فیلد E2.

مقدار	شرح
صفر	مجموعه‌ای از SOstart و SOend برای این NACK SN در ادامه نمی‌آید
یک	مجموعه‌ای از SOstart و SOend برای این NACK SN در ادامه می‌آید

1 - Extension bit 1
2 - Extension bit 2

۶-۲-۲-۱۸ فیلد SOstart

طول: ۱۵ بیت

فیلد SOstart (به همراه فیلد SOend)، قسمتی از AMD PDU با SN=NACK_SN (NACK_SN که SOstart به آن مرتبط است) را نشان می‌دهد که در سمت گیرنده هستار AM RLC تشخیص داده شده و از دست رفته است. به طور خاص، فیلد SOstart، موقعیت اولین بایت قسمت AMD PDU را در فیلد داده AMD PDU برحسب بایت نشان می‌دهد. به اولین بایت در فیلد داده AMD PDU اصلی توسط مقدار فیلد SOstart برابر با «000000000000000» ارجاع داده می‌شود، یعنی شماره‌گذاری از صفر آغاز می‌شود.

۶-۲-۲-۱۹ فیلد SOend

طول: ۱۵ بیت

فیلد SOend (به همراه فیلد SOstart)، قسمتی از AMD PDU با SN=NACK_SN (NACK_SN که برای آن SOend به آن مرتبط است) را مشخص می‌کند که در سمت گیرنده هستار AM RLC تشخیص داده شده و از دست رفته است. به طور خاص، فیلد SOend موقعیت آخرین بایت بخشی از AMD PDU را درون فیلد داده AMD PDU برحسب بایت مشخص می‌کند. به اولین بایت در فیلد داده AMD PDU اصلی توسط مقدار فیلد SOend برابر با «000000000000000» ارجاع داده می‌شود، یعنی شماره‌گذاری از صفر آغاز می‌شود. مقدار SOend مخصوص «111111111111111»، برای اعلان این موضوع بکار می‌رود که قسمت از دست رفته AMD PDU، شامل تمامی بایت‌ها تا آخرین بایت AMD PDU است.

۷ متغیرها، ثابت‌ها و زمان‌سنج‌ها

۷-۱ متغیرهای وضعیت

این زیربند، متغیرهای وضعیت مورد استفاده در هستارهای AM و UM را به منظور مشخص کردن پروتکل RLC توصیف می‌کند. متغیرهای وضعیت تعریف شده در این زیربند، اجباری هستند.

تمامی متغیرهای وضعیت و تمامی شمارنده‌ها اعداد صحیح غیرمنفی می‌باشند.

تمامی متغیرهای وضعیت مرتبط با انتقال داده AM، می‌توانند مقادیر بین صفر تا ۱۰۲۳ را اختیار کنند. تمامی عملیات ریاضی گنجانده شده در این استاندارد برای متغیرهای وضعیت مرتبط با انتقال داده AM، تحت تاثیر پیمانه AM قرار می‌گیرند (یعنی مقدار نهایی= [مقدار حاصل از عملیات ریاضی] به پیمانه ۱۰۲۴).

تمامی متغیرهای وضعیت مرتبط با انتقال داده UM می‌توانند مقادیری بین صفر تا [1 - $2^{[sn\text{-}FieldLength]}$] را اختیار کنند. تمامی عملیات ریاضی گنجانده شده در این استاندارد برای متغیرهای وضعیت مرتبط با انتقال داده UM، تحت تأثیر پیمانه UM قرار می‌گیرند (یعنی مقدار نهایی = [مقدار حاصل از عملیات ریاضی] به پیمانه $2^{[sn\text{-}FieldLength]}$).

AMD PDUها و UMD PDUها، SNهای عدد صحیح شماره‌گذاری شده SN می‌باشند که در این فیلدها می‌چرخند: صفر تا ۱۰۲۳ برای AMD PDU و صفر تا [1 - $2^{[sn\text{-}FieldLength]}$] برای UMD PDU.

هنگام اجرای مقایسه‌های ریاضی متغیرهای وضعیت یا مقادیر SN، باید از یک مبنای پیمانه‌ای[1] استفاده شود. VT(A)و VR(R) باید به ترتیب به عنوان مبنای پیمانه‌ای در سمت فرستنده و سمت گیرنده هستار AM RLC فرض شوند. این مبنای پیمانه‌ای از تمامی مقادیر درگیر کسر می‌شود و سپس یک مقایسه قدر مطلق انجام می‌گیرد (به طور مثال VR(R) <= SN < VR(MR) به صورت [VR(R) - VR(R)] به پیمانه [SN - VR(R)] 1024<= به پیمانه 1024 >[VR(MR) - VR(R)] به پیمانه 1024) ارزیابی می‌شود).

VR(UH) – UM_Window_Size باید به عنوان اندازه مبنای پیمانه در سمت گیرنده هستار UM RLC در نظر گرفته شود. این مبنای پیمانه‌ای از تمامی مقادیر درگیر کسر می‌شود و سپس یک مقایسه قدر مطلق انجام می‌گیرد، (به عنوان مثال (VR(UH) - UM Window Size) <= SN < VR(UH) به صورت:

[(VR(UH) − UM_Window_Size) − (VR(UH) − UM Window Size)] modulo $2^{[sn\text{-}FieldLength]}$ <= [SN − (VR(UH) − UM_Window_Size)] modulo $2^{[sn\text{-}FieldLength]}$< [VR(UH) − (VR(UH) − UM_Window_Size)] modulo $2^{[sn\text{-}FieldLength]}$)

ارزیابی می‌شود).

سمت فرستنده هر هستار AM RLC، باید متغیرهای وضعیت زیر را حفظ کند:

الف) VT(A)- متغیر وضعیت تصدیق یافته

این متغیر وضعیت مقدار SN متعلق به AMD PDU بعدی را نگه می‌دارد که قرار است برای آن یک تصدیق مثبت به ترتیب دنباله دریافت شود، و به عنوان لبه پایین پنجره ارسال به کار گرفته می‌شود. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود و هرگاه هستار AM RLC یک تصدیق مثبت برای یک AMD PDU با SN = VT(A) دریافت کند، بروز رسانی می‌شود.

ب) VT(MS) – متغیر وضعیت بیشینه ارسال

این متغیر وضعیت برابر با اندازه پنجره AM + VT(A) است و به عنوان لبه بالاتر پنجره ارسال به کار گرفته می‌شود.

پ) VT(S) – متغیر وضعیت ارسال

این متغیر وضعیت، مقدار SN را نگه می‌دارد که قرار است به AMD PDU بعدی که به تازگی تولید واگذار شود. این متغیر در ابتدا برابر با صفر قرار داده می‌شود و هرگاه هستار AM RLC یک AMD PDU با SN=VT(S) را تحویل دهد، بروز رسانی می‌شود.

ت) POLL_SN - متغیر وضعیت سرکشی ارسال

این متغیر وضعیت، مقدار VT(S)−1 را پیرو جدیدترین ارسال PDU داده RLC با بیت سرکشی برابر با <۱> نگه می‌دارد. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود.

سمت فرستنده هر هستار AM RLC، باید شمارنده‌های زیر را حفظ کند:

1 - Modulus base

الف) PDU_WITHOUT_POLL - شمارنده

این شمارنده برابر با صفر تنظیم می‌شود و تعداد AMD PDUهای ارسال شده را از زمانی شمارش می‌کند که جدیدترین بیت سرکشی ارسال شده است.

ب) BYTE_WITHOUT_POLL - شمارنده

این شمارنده در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود و تعداد بایت‌های داده ارسال شده را از زمانی شمارش می‌کند که جدیدترین بیت سرکشی ارسال شده است.

پ) RETX_COUNT - شمارنده

این شمارنده، تعداد ارسال‌های مجدد یک AMD PDU را می‌شمارد (به زیربند ۵-۲-۱ رجوع شود). یک شمارنده RETX_COUNT به ازای PDU وجود دارد که نیاز است ارسال مجدد شود.

سمت گیرنده هر هستار AM RLC باید متغیرهای وضعیت زیر را حفظ کند:

الف) VR(R) – متغیر وضعیت دریافت

این متغیر وضعیت، مقدار SN را به دنبال آخرین AMD PDU متوالی که کاملاً دریافت شده نگه می‌دارد و به عنوان لبه پایینی پنجره دریافت به کار گرفته می‌شود. این متغیر ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود و هرگاه هستار AM RLC یک AMD PDU با SN=VR(R) را دریافت کند، بروز رسانی می‌شود.

ب) VR(MR) - متغیر وضعیت بیشینه دریافت قابل قبول

این متغیر وضعیت برابر با VR(R) + AM_Window_Size است و مقدار SN اولین AMD PDU را نگه می‌دارد که بعد از پنجره دریافت می‌باشد. این متغیر به عنوان لبه بالایی پنجره دریافت به کار گرفته می‌شود.

پ) VR(X) - متغیر وضعیت *t-Reordering*

این متغیر وضعیت، مقدار SN بعد از SN متعلق به PDU داده RLC را نگه می‌دارد که *t-Reordering* را فعال کرده است.

ت) VR(MS) - متغیر وضعیت بیشینه ارسال STATUS

هنگامی که نیاز است یک STATUS PDU ساخته شود، این متغیر وضعیت، بالاترین مقدار ممکن SN که می‌توان توسط ACK_SN اعلان کرد را نگه می‌دارد. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود.

ث) VR(H) - متغیر وضعیت بیشترینِ دریافت شده

این متغیر وضعیت، مقدار SN بعد از SN متعلق به PDUهای داده RLC با بالاترین SN در بین PDUهای داده RLC دریافت شده را حفظ می‌کند. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود.

هر هستار UM RLC فرستنده، باید متغیرهای وضعیت زیر را حفظ کند:

الف) VT(US)

این متغیر وضعیت، مقدار SN را نگه می‌دارد که قرار است به UMD PDU بعدی که به تازگی تولید شده واگذار شود. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود و هرگاه هستار UM RLC یک UMD PDU را با SN=VT(US) تحویل دهد، بروز رسانی می‌شود.

هر هستار UM RLC گیرنده، باید متغیرهای وضعیت زیر را حفظ کند:

الف) VR(UR) – متغیر وضعیت دریافت UM

این متغیر وضعیت، مقدار SN ابتدایی‌ترین UMD PDU را نگه می‌دارد که همچنان هم برای ترتیب مجدد در نظر گرفته شده است. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود. برای هستار RLC پیکربندی شده برای STCH، این متغیر در ابتدا برابر SN اولین UMD PDU دریافت شده قرار داده می‌شود.

ب) VR(UX) – متغیر وضعیت UM *t-Reordering*

این متغیر وضعیت، مقدار SN بعد از SN متعلق به UMD PDU را نگه می‌دارد که *t-Reordering* را فعال کرده است.

پ) VR(UH) – متغیر وضعیت دریافت شده بالاترین UM

این متغیر وضعیت، مقدار SN بعد از SN متعلق به UMD PDU با بالاترین SN در بین UMD PDUهای دریافت شده را نگه می‌دارد و به عنوان لبه بالاتر پنجره ترتیب مجدد به کار گرفته می‌شود. این متغیر در ابتدا برابر با صفر تنظیم می‌شود.

۷-۲ ثابت‌ها

الف) AM_Window_Size

سمت فرستنده و سمت گیرنده هر هستار AM RLC از این ثابت توسط برای محاسبه VT(MS) از VT(A) و VR(MR) از VR(R) استفاده می‌کنند. AM_Window_Size = 512.

ب) UM_Window_Size

هستار UM RLC از این ثابت به منظور تعریف SNهای UMD PDUهایی استفاده می‌کند که می‌توان آنها را بدون ایجاد یک پیشرفت در پنجره دریافت، دریافت کرد. هنگامی که یک SN با طول ۵ بیت پیکربندی می‌شود UM_Window_Size = 16، هنگامی که یک SN با طول ۱۰ بیت پیکربندی می‌شود UM_Window_Size = 512 و هنگامی که هستار UM RLC گیرنده برای MCCH یا MTCH پیکربندی می‌شود، UM_Window_Size = 0.

۷-۳ زمان‌سنج‌ها

RRC زمان‌سنج‌های زیر را پیکربندی می‌کند (مرجع [5]):

الف) *t-PollRetransmit*

سمت فرستنده یک هستار AM RLC از این زمان‌سنج به منظور ارسال مجدد یک سرکشی استفاده می‌کند (به زیربند ۵-۲-۲ رجوع شود).

ب) *t-Reordering*

سمت گیرنده یک هستار AM RLC و هستار UM RLC گیرنده از این زمان‌سنج به منظور تشخیص از دست رفتن RLC PDUها در لایه پایین‌تر استفاده می‌کنند (به زیربندهای ۵-۱-۲-۲ و ۵-۱-۳-۲ رجوع شود). اگر

t-Reordering در حال اجرا باشد، *t-Reordering* نباید علاوه بر آن آغاز شود، یعنی تنها یک *t-Reordering* به ازای هستار RLC در یک زمان معلوم در حال اجرا می‌باشد.

ج) *t-StatusProhibit*

سمت گیرنده یک هستار AM RLC از این زمان‌سنج به منظور جلوگیری از ارسال یک STATUS PDU استفاده می‌کند (به زیربند ۵-۲-۳ رجوع شود)

۷-۴ پارامترهای قابل پیکربندی

RRC زمان‌سنج‌های زیر را پیکربندی می‌کند (مرجع [5]):

الف) *maxRetxThreshold*

سمت فرستنده هر هستار AM RLC از این پارامتر به منظور محدود کردن تعداد ارسال‌های مجدد یک AMD PDU استفاده می‌کند (به زیربند ۵-۲-۱ رجوع شود).

ب) *pollPDU*

سمت فرستنده هر هستار AM RLC از این پارامتر به منظور فعال‌سازی یک سرکشی برای هر بایت *pollPDU* استفاده می‌کند (به زیربند ۵-۲-۲ رجوع شود).

ج) *pollByte*

سمت فرستنده هر هستار AM RLC از این پارامتر برای فعال‌سازی یک سرکشی برای هر بایت *pollByte* استفاده می‌کند (به زیربند ۵-۲-۲ رجوع شود).

د) *sn-FieldLength*

این پارامتر اندازه فیلد UM SN را برحسب بیت ارائه می‌دهد (به زیربند ۷-۱ رجوع شود).