



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۵۰۴

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO
21504
1st.Edition
2017

Identical with
ETSI TS
136201:2016
V13.1.0

تکامل بلندمدت (LTE)؛
دسترسی رادیویی زمینی تکامل یافته جهانی
(E-UTRA)؛
لایه فیزیکی LTE؛
توصیف کلی

LTE;
Evolved Universal Terrestrial Radio Access
(E-UTRA);
LTE physical layer;
General description

ICS :33.020

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

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.gov.ir>

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.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود. پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود. سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان استاندارد ملی استاندارد این‌گونه سازمانها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International organization for Standardization

2- International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیویی زمینی تکامل یافته جهانی (E-UTRA)؛
لایه فیزیکی LTE؛ توصیف کلی»

رئیس:

مدیرکل استاندارد و تایید نمونه - سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی

صادقیان، حسین

(کارشناسی الکترونیک)

دبیر:

معاونت فناوری ارتباطات - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

صمدیان، علی

(کارشناسی الکترونیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

عضو هیات علمی - پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (مرکز تحقیقات
مخابرات ایران)

آرزومند، مسعود

(کارشناسی ارشد مخابرات)

سرپرست آزمایشگاه EMC - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

ارقند، ایرج

(کارشناسی ارشد مخابرات)

کارشناس - شرکت ارتباطات زیرساخت

زندباف، عباس

(کارشناسی مخابرات)

مشاور مدیرعامل - شرکت ارتباطات سیار ایران (همراه اول)

سید موسوی، سیدحسین

(دکتری مخابرات)

سرپرست گروه تدوین استاندارد - سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات
رادیویی

عروجی، سید مهدی

(کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)

مدیرکل فروش عمده - شرکت مخابرات ایران

غلام ابوالفضل، فرزانه

(کارشناسی ارشد مخابرات)

کارشناس - صنعت مخابرات ایران

محسن زاده، علی اکبر

(کارشناسی ارشد مخابرات)

مدیر پروژه‌های برون سازمانی - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

نجفی، ناصر

(کارشناسی ارشد الکترونیک)

مدیر گروه ارتباطات ثابت - پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (مرکز
تحقیقات مخابرات ایران)

یگانه، حسن

(کارشناسی ارشد مخابرات)

ویراستار:

تورانی، فرزام

(کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس - شرکت خدمات انفورماتیک

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیشگفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها
۴	۴ توصیف کلی لایه ۱ LTE
۴	۴-۱ ارتباط با لایه‌های دیگر
۴	۴-۱-۱ معماری کلی پروتکل
۵	۴-۱-۲ خدمت ارائه شده به لایه‌های بالاتر
۶	۴-۲ توصیف کلی لایه ۱
۶	۴-۲-۱ دسترسی چندگانه
۷	۴-۲-۲ مجراهای فیزیکی و مدوله‌سازی
۸	۴-۲-۳ جایگذاری و کدگذاری مجرا
۹	۴-۲-۴ رویه‌های لایه فیزیکی
۹	۴-۲-۵ اندازه‌گیری‌های لایه فیزیکی
۱۰	۵ ساختار اسناد ویژگی لایه فیزیکی (LTE)
۱۰	۵-۱ مرور اجمالی (بررسی کلی)
۱۰	۵-۲ مشخصات فنی TS 36.201: لایه فیزیکی توصیف کلی
۱۰	۵-۳ مشخصات فنی TS 36.211: مجراهای فیزیکی و مدوله‌سازی
۱۱	۵-۵ مشخصات فنی TS 36.213: رویه‌های لایه فیزیکی
۱۲	۵-۶ مشخصات فنی TS 36.214: لایه فیزیکی - اندازه‌گیری‌ها
۱۲	۵-۷ مشخصات فنی TS 36.216: لایه فیزیکی برای عملیات رله
۱۳	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) نشانه‌های ریاضی ترجیحی

پیش‌گفتار

استاندارد «تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیویی زمینی تکامل‌یافته جهانی (E-UTRA)؛ لایه فیزیکی LTE؛ توصیف کلی (نسخه 3GPP TS 36.201 13.1.0 نشر ۱۳)» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در دویست و سی‌امین اجلاس کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۵/۱۱/۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد. این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد منطقه‌ای مزبور است.

ETSI TS 136201, V13.1.0: 2016, LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);
LTE physical layer; General description (3GPP TS 36.201 version 13.1.0 Release 13)

مقدمه

با توجه به اینکه مقررات و ضوابط استفاده از باند فرکانسی و سرویس‌های رادیویی در کشور بر اساس جدول ملی تخصیص امواج رادیویی جمهوری اسلامی ایران (جدول ملی فرکانس) تعیین می‌شود که توسط رگولاتوری 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 به‌عنوان مرجع مرتبط مراجعه کرد که بر تمامی مقررات و ضوابط طیف رادیویی اشاره شده در این استاندارد اولویت دارد. پیش‌نویس این استاندارد در کمیسیون‌های فنی و نهایی مربوط، توسط سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی و مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک، تهیه و تدوین شده است.

تکامل بلند مدت (LTE)؛ دسترسی رادیویی زمینی تکامل یافته جهانی (E-UTRA)؛ لایه فیزیکی LTE؛ توصیف کلی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین و ارائه توصیف کلی از لایه فیزیکی واسط رادیویی E-UTRA است. این استاندارد ساختار مستند ویژگی‌های لایه فیزیکی 3GPP^۱ به عبارتی مجموعه‌های مشخصات فنی TS 36.200 را نیز توصیف می‌کند. مجموعه‌های مشخصات فنی TS 36.200 نقاط رابط رادیویی بین تجهیزات رابط کاربری و ناحیه زیرساخت (Un و Uu)^۲ را برای سامانه سیار 3G LTE مشخص کرده و سطح ویژگی‌های کمینه موردنیاز اتصالات پایه را در زمینه سازگاری و اتصال متقابل تعریف می‌کند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

- 2-1 3GPP TR 21.905: "Vocabulary for 3GPP Specifications".
- 2-2 3GPP TS 36.211: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation".
- 2-3 3GPP TS 36.212: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Multiplexing and channel coding".
- 2-4 3GPP TS 36.213: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures".
- 2-5 3GPP TS 36.214: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer – Measurements".
- 2-6 3GPP TS 36.216: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer for relaying operation".

1- 3rd Generation partnership project

2- Radio interface point between user interface equipment and infrastructure domain

۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در گزارش فنی [1] TR 21.905 و موارد زیر نیز به کار می‌روند. اصطلاح تعریف شده در این استاندارد بر تعریف همان اصطلاح در گزارش فنی TR 21.905 [1]، در صورت وجود، اولویت دارد.

قالب تعریف

<اصطلاح تعریف شده>: <تعریف>.

مثال: متن برای توضیح (شفاف‌سازی) قوانین انتزاعی با کاربرد تحت‌اللفظی آنها استفاده شده است.

۲-۳ نمادها

در این استاندارد، نمادهای زیر به کار می‌روند:

قالب نماد

<نماد> <توضیح>

۳-۳ کوتاه‌نوشت‌ها

در این استاندارد، کوتاه‌نوشت‌های آورده‌شده در گزارش فنی [1] TR 21.905 و موارد زیر به کار می‌روند. کوتاه‌نوشتی که در این استاندارد تعریف می‌شود بر تعریف همان کوتاه‌نوشت در گزارش فنی TR 21.905 [1]، در صورت وجود، اولویت دارد.

BPSK	Binary Phase Shift Keying	کلیدزنی با جابه‌جایی فاز دودویی
CoMP	Coordinated Multi-Point	چند-نقطه هماهنگ شده
CP	Cyclic Prefix	پیشوند چرخه‌ای (دوره‌ای)
CQI	Channel Quality Indicator	نشانگر کیفیت مجرا
CRC	Cyclic Redundancy Check	بازبینی چرخه‌ای افزونگی
CSI	Channel State Information	اطلاعات حالت مجرا
eNode-B	Evolved Node B	گره تکامل یافته B
EPDCCH	Enhanced Physical Downlink Control Channel	مجرای واپایش پیونده فروسو فیزیکی بهبود یافته
E-UTRA	Evolved Universal Terrestrial Radio Access	دسترسی رادیویی زمینی تکامل یافته جهانی
FDD	Frequency Division Duplex	تقسیم بسامدی دوطرفه
HARQ	Hybrid Automatic Repeat Request	درخواست تکرار خودکار ترکیبی

LAA	Licensed-Assisted Access	دسترسی اختصاص یافته با مجوز
LTE	Long Term Evolution	تکامل طولانی مدت
MAC	Medium Access Control	واپایش دسترسی متوسط
MBMS	Multimedia Broadcast and Multicast Service	خدمت پخش چندرسانه‌ای و چندپخشی
MBSFN	Multicast/Broadcast over Single Frequency Network	پخش همگانی / چندپخشی روی شبکه تک بسامدی
MIMO	Multiple Input Multiple Output	ورودی چندگانه خروجی چندگانه
MPDCCH	MTC Physical Downlink Control Channel	مجرای واپایش پیونده فروسو MTC فیزیکی
MTC	Machine Type Communication	ارتباطات نوعی ماشین
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	همتافتگری با تقسیم بسامدی متعامد
PBCH	Physical Broadcast Channel	مجرای پخش همگانی فیزیکی
PCFICH	Physical Control Format Indicator Channel	مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	مجرای مشترک پیونده فروسو فیزیکی
PDCCH	Physical Downlink Control Channel	مجرای واپایش پیونده فروسو فیزیکی
PHICH	Physical Hybrid ARQ Indicator Channel	مجرای نشانگر ARQ ^۱ ترکیبی فیزیکی
PMCH	Physical Multicast Channel	مجرای چندپخشی فیزیکی
PRACH	Physical Random Access Channel	مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی
ProSe	Proximity Services	خدمات پیشکار
PSBCH	Physical Sidelink Broadcast Channel	مجرای پخش همگانی پیوندکناری فیزیکی
PSCCH	Physical Sidelink Control Channel	مجرای واپایش پیوندکناری فیزیکی
PSDCH	Physical Sidelink Discovery Channel	مجرای کشف پیونده کناری فیزیکی
PSSCH	Physical Sidelink Shared Channel	مجرای مشترک پیوندکناری فیزیکی
PUCCH	Physical Uplink Control Channel	مجرای واپایش پیونده فراسو فیزیکی
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel	مجرای مشترک (تسهیم‌شده) پیونده فراسو فیزیکی
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	مدوله‌سازی دامنه تربیعی
QPP	Quadratic Permutation Polynomial	چندجمله‌ای جای گشت درجه دوم
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	کلیدزنی با جابه‌جایی فازی تربیعی

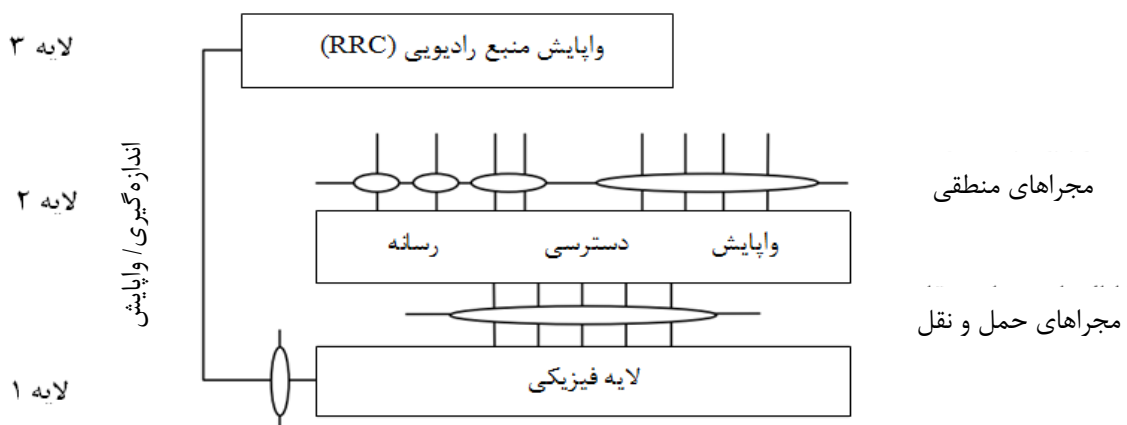
RLC	Radio Link Control	واپایش پیونده رادیویی
RN	Relay Node	گره رله
R-PDCCH	Relay Physical Downlink Control Channel	مجرای واپایش پیونده فرسو رله فیزیکی
RRC	Radio Resource Control	واپایش منبع رادیویی
RSSI	Received Signal Strength Indicator	نشانگر قدرت نشانک دریافتی
RSRP	Reference Signal Received Power	توان دریافتی نشانک مرجع
RSRQ	Reference Signal Received Quality	کیفیت دریافتی نشانک مرجع
SAP	Service Access Point	نقطه دسترسی خدمت
SC-FDMA	Single-Carrier Frequency Division Multiple Access	دسترسی چندگانه با تقسیم بسامدی تک-حاملی
TDD	Time Division Duplex	تقسیم زمانی دوطرفه
TX Diversity	Transmit Diversity	تنوع (چندگانگی) ارسال
UE	User Equipment	تجهیزات کاربر

۴ توصیف کلی لایه ۱ LTE

۱-۴ ارتباط با لایه‌های دیگر

۱-۱-۴ معماری کلی پروتکل

واسط رادیویی توصیف شده در این ویژگی واسط بین تجهیز کاربر (UE) و شبکه و انتقالات پیونده کناری بین UEها را پوشش می‌دهد. واسط رادیویی از لایه‌های ۱، ۲ و ۳ تشکیل می‌شود. مجموعه‌های مشخصات فنی TS 36.200 ویژگی‌های لایه ۱ (لایه فیزیکی)^۱ را توصیف می‌کنند. لایه‌های ۲ و ۳ در مجموعه گزارش فنی 36.300 توصیف می‌شوند.



شکل ۱- معماری پروتکل واسط رادیویی حول لایه فیزیکی

شکل ۱ معماری پروتکل واسط رادیویی E-UTRA را حول لایه فیزیکی (لایه ۱) نشان می‌دهد. لایه فیزیکی، زیر-لایه MAC لایه ۲ و لایه RRC لایه ۳ را با هم مرتبط می‌سازد. چرخه‌های بین این زیر-لایه‌ها/لایه متفاوت نشان‌دهنده نقاط دسترسی خدمت (SAPها) هستند. لایه فیزیکی یک مجرای حمل و نقل را به MAC عرضه می‌کند. مجرای حمل و نقل براساس چگونگی انتقال اطلاعات روی واسط رادیویی توصیف می‌شود. MAC مجراهای منطقی متفاوتی را به زیرلایه RLC لایه ۲ عرضه می‌کند. یک مجرای منطقی بر اساس نوع اطلاعات انتقال یافته مشخص می‌شود.

۴-۱-۲ خدمت ارائه شده به لایه‌های بالاتر

لایه فیزیکی خدمات حمل و نقل داده‌ها را به لایه‌های بالاتر عرضه می‌کند. دسترسی به این خدمات با استفاده از یک مجرای حمل و نقل از طریق زیر-لایه MAC صورت می‌گیرد. انتظار می‌رود لایه فیزیکی کارکردهای زیر را به منظور ارائه خدمت حمل و نقل داده‌ها اجرا کند:

- آشکارسازی خطا روی مجرای حمل و نقل و نمایش به لایه‌های بالاتر
- کدگذاری/کدگشایی FEC مجرای حمل و نقل
- ترکیب-نرم ARQ ترکیبی
- انطباق نرخ مجرای حمل و نقل کدشده با مجراهای فیزیکی
- نگاشت مجرای حمل و نقل کدشده روی مجراهای فیزیکی
- تعیین وزن توان مجراهای فیزیکی
- مدوله‌سازی و وامدوله‌سازی مجراهای فیزیکی
- همگام‌سازی زمان و بسامد
- اندازه‌گیری‌های مشخصه‌های رادیویی و نمایش به لایه‌های بالاتر
- پردازش آنتن ورودی چندگانه خروجی چندگانه (MIMO)

- تنوع در ارسال (نوع TX)
- شکل‌دهی باریکه
- پردازش RF (بادآوری - جنبه‌های پردازش RF در مجموعه‌های مشخصات فنی TS 36.100 مشخص می‌شوند).

۲-۴ توصیف کلی لایه ۱

۱-۲-۴ دسترسی چندگانه

طرح دسترسی چندگانه برای لایه فیزیکی LTE بر مبنای (OFDM) همراه با (CP) در پیونده فرسو و (SC-FDMA) به همراه یک پیشوند چرخه‌ای در پیونده کناری و پیونده فراسو است. برای پشتیبانی از انتقال در طیف جفت‌شده و جفت‌نشده، از دو حالت دو طرفه پشتیبانی می‌شود: FDD، پشتیبانی از عملیات کاملاً دو طرفه و نیمه دو طرفه و تقسیم زمانی دو طرفه (TDD).

لایه ۱ به روش تجاها ل‌گرایانه غیرتکی پهنای‌باند بر مبنای بستک‌های منبع، با ایجاد امکان تطبیق لایه ۱ LTE با تخصیص‌های طیفی متعدد، تعریف می‌شود. یک بستک منبع ۱۲ زیر-حامل با پهنای باند زیر-حاملی

۱۵kHz یا ۲۴ kHz زیر-حامل با پهنای‌باند زیر-حاملی ۷٫۵ kHz را روی شیار با مدت ۰٫۵ ms احاطه می‌کند. همچنین طبق تعریف عملیات باند باریک، UE‌های مشخص می‌توانند با استفاده از پیشینه انتقال و پهنای‌باند دریافت ۶ بستک منبع مجاور درون کل پهنای‌باند سامانه عمل کنند.

ساختار قاب رادیویی نوع ۱ تنها برای FDD کاربردی بوده (برای هر دو عملیات دو طرفه همزمان یا دو طرفه غیر همزمان) و دارای مدت ۱۰ ms است و از ۲۰ شیار با مدت ۰٫۵ ms تشکیل می‌شود. دو شیار مجاور یک زیرقاب با طول ۱ ms را تشکیل می‌دهند.

ساختار قاب رادیویی نوع ۲ تنها برای TDD کاربردی است و از دو نیمه-قاب هر یک مدت ۵ ms تشکیل می‌شود و در هر نیمه-قاب حاوی ۱۰ شیار با طول ۰٫۵ ms یا ۸ شیار با طول ۰٫۵ ms و سه رشته خاص (GP, DwPTS و UpPTS) است که از طول‌های مجزای قابل پیکربندی و طول کلی ۱ ms برخوردار هستند. یک زیر-قاب دارای دو شیار مجاور است، به استثنای زیرقاب‌هایی که متشکل از GP, DwPTS و UpPTS که نام زیرقاب ۱ و در برخی پیکربندی‌ها، زیرقاب ۶ هستند. هر دو دوره نقطه-سودهی پیونده فرسو -به-پیونده فراسو ۵ ms و ۱۰ ms به‌طور دوره‌ای پشتیبانی می‌شوند. جزئیات بیشتر درباره ساختار قاب LTE در [2] ^۱ مشخص می‌شوند. پذیرش پیکربندی زیرقاب پیونده فرسو-به-پیونده فراسو از طریق نشانک‌دهی لایه ۱ پشتیبانی می‌شود.

ساختار قاب رادیویی نوع ۳ تنها برای دومین عملیات سلولی LAA کاربردپذیر است. مدت آن ۱۰ ms بوده و متشکل از ۲۰ شیار با مدت شیار ۰٫۵ ms است. دو شیار مجاور، یک زیرقاب با طول زمانی ۱ ms را تشکیل می‌دهند. هر نوع زیرقاب می‌تواند برای انتقال پیونده فرسو موجود باشد و eNB باید رویه‌های دسترسی

مجرا را پیش از انتقال به صورت تعیین شده در [4] اجرا کند. امکان یا عدم امکان شروع انتقال پیونده فروسو در کرانه زیرقاب و اتمام آن در کرانه زیرقاب وجود دارد.

برای پشتیبانی از خدمت پخش همگانی چندرسانه‌ای و چندپخشی (MBMS)، LTE امکان ارسال چندپخشی/پخش همگانی را روی یک شبکه تک بسامدی (MBSFN) عرضه می‌کند، جایی که یک شکل موج مشترک همزمان شده زمانی از تماس‌های چندگانه برای مدت زمان مورد نظر ارسال می‌شود. انتقال MBSFN، MBSFN با کارایی بالا را فعال می‌سازد و امکان ترکیبی از انتقالات چند سلولی از طریق هوا را در UE فراهم می‌کند و پیشوند چرخه‌ای برای تفاوت در تأخیرهای انتشار را پوشش می‌دهد که این امر باعث می‌شود انتقال MBSFN برای UE به صورت انتقالی از یک سلول بزرگ منفرد به نظر برسد. انتقال روی یک حامل اختصاص یافته به MBSFN با امکان استفاده از یک CP طولانی‌تر با پهنای باند زیر-حاملی ۷/۵kHz، به همراه انتقال MBSFN روی یک حامل با هر دو نوع انتقالات MBMS و انتقالات نقطه-به-نقطه با استفاده از هم‌تافتگری با تقسیم زمانی پشتیبانی می‌شوند. انتقال PDSCH در زیرقاب‌های MBSFN که برای MCH به کار نمی‌روند نیز پشتیبانی می‌شوند.

انتقال با آنتن‌های ورودی چندگانه و خروجی چندگانه (MIMO) با پیکربندی‌ها در پیونده فروسو همراه با حداکثر ۱۶ آنتن ارسال و هشت آنتن دریافت پشتیبانی می‌شوند که انتقالات پیونده فروسو چندلایه‌ای با هشت جریان و شکل‌دهی باریکه در هر دو جهت افقی و عمودی را مجاز می‌سازد. انتقالات پیونده فراسو چند لایه‌ای همراه با چهار جریان با پیکربندی‌ها در پیونده فراسو با چهار آنتن ارسال و چهار آنتن دریافت پشتیبانی می‌شوند. MIMO چندکاربری، به این معنی که جریان‌های متفاوت تخصیص یافته به کاربران مختلف در هر دو UL و DL پشتیبانی می‌شود.

انتقال و دریافت چند-نقطه‌ای هماهنگ شده (CoMP) با ملاحظه امکان پیکربندی یک UE همراه با فرآیندهای بازخورد اطلاعات حالت مجرا (CSI) چندگانه پشتیبانی می‌شوند.

انبوهش سلول‌های چندگانه در پیونده فروسو و پیونده فراسو تا حداکثر ۳۲ سلول خدمت‌دهی پشتیبانی می‌شود، به نحوی که هر سلول خدمت‌دهی می‌تواند از یک پهنای باند انتقال تا حداکثر ۱۱۰ بستک منبع استفاده کرده و با هر یک از دو ساختار قاب نوع ۱ یا ۲ استفاده کند. اتصال دوگانه گروه‌های سلول‌های خدمت‌دهی که به دو eNode-Bs متفاوت تعلق دارند نیز پشتیبانی می‌شوند.

انتقالات پیونده کناری برای کشف مستقیم پیشکار و ارتباط مستقیم پیشکار بین UEها تعریف می‌شوند. زمانی که UEها در پوشش شبکه قرار دارند انتقالات پیونده کناری از همان ساختار قاب پیونده فروسو و پیونده فراسو استفاده می‌کنند؛ با این وجود، انتقالات پیونده کناری به زیرمجموعه‌ای از منابع پیونده فراسو محدود می‌شوند.

۲-۲-۴ مجراهای فیزیکی و مدوله‌سازی

مجراهای فیزیکی تعریف شده در پیونده فروسو عبارتند از:

- مجرای مشترک پیونده فروسو فیزیکی (PDSCH)،
- مجرای چندپخشی فیزیکی (PMCH)،
- مجرای واپایش پیونده فروسو فیزیکی (PDCCH)،
- مجرای واپایش پیونده فروسو بهبودیافته فیزیکی (EPDCCH)،
- مجرای واپایش پیونده فروسو فیزیکی MTC (MPDCCH)،
- مجرای واپایش پیونده فروسو رله فیزیکی (R-PDCCH)،
- مجرای پخش همگانی فیزیکی (PBCH)،
- مجرای نشانگر قالب واپایش فیزیکی (PCFICH)،
- مجرای نشانگر AQR ترکیبی فیزیکی (PHICH).

مجراهای فیزیکی تعریف شده در پیونده فراسو عبارتند از:

- مجرای دسترسی تصادفی فیزیکی (PRACH)،
- مجرای مشترک پیونده فراسو فیزیکی (PUSCH)،
- مجرای واپایش پیونده فراسو فیزیکی (PUCCH).

مجراهای تعریف شده در پیونده کناری فیزیکی عبارتند از:

- مجرای پخش همگانی پیونده کناری فیزیکی (PSBCH)،
- مجرای واپایش پیونده کناری فیزیکی (PSCCH)،
- مجرای کشف پیونده کناری فیزیکی (PSDCH)،
- مجرای مشترک پیونده کناری فیزیکی (PSSCH).

به علاوه، نشانکها به عنوان نشانکهای مرجع، نشانکهای همگام سازی اولیه و ثانویه و نشانکهای کشف تعریف می شوند.

طرحهای مدوله سازی پشتیبانی شده عبارتند از:

- QPSK، ۱۶QAM و ۶۴QAM در پیونده فراسو،
- QPSK، ۱۶QAM، ۶۴QAM و ۲۵۶QAM در پیونده فروسو،
- QPSK و ۱۶QAM در پیونده کناری.

۳-۲-۴ جایگذاری و کدگذاری مجرا

طرحواره کدگذاری مجرا برای بستکهای حمل و نقل در LTE، عبارت است از کدگذاری توربو^۱ با نرخ کدگذاری $R = \frac{1}{3}$ است، دو کدگذار ترکیبی ۸ حالت و یک جای گذار درونی کد توربو بدون همگیری چندجمله ای جای گشت درجه دو (QPP) می باشد. پایان دهی Trellis^۲ برای کدگذاری توربو استفاده می شود.

1- Turbo Coding
2- Trellis Code

پیش از کدگذاری توربو، بستک‌های حمل و نقل به قطعات تراز شده بایتی با بیشینه اندازه بستک اطلاعاتی ۶۱۴۴ بیت تقسیم می‌شوند. آشکارسازی خطا با استفاده از CRC ۲۴ بیتی پشتیبانی می‌شود. طرح‌های بعدی کدگذاری مجرا برای مجرای پخش (BCH)^۱ و اطلاعات واپایش در [3] مشخص می‌شوند.

۴-۲-۴ رویه‌های لایه فیزیکی

چند رویه در لایه فیزیکی مرتبط با عملیات LTE وجود دارد. این نوع رویه‌های تحت پوشش لایه فیزیکی عبارتند از:

- جستجوی سلول،
- واپایش توان،
- همگام‌سازی پیونده فراسو و واپایش زمانبندی پیونده فراسو،
- رویه‌های مرتبط با دسترسی تصادفی،
- رویه‌های مرتبط با HARQ،
- رویه‌های مرتبط با رله،
- رویه‌های مرتبط با پیشکار،
- رویه‌های دسترسی مجرا.

پشتیبانی ضمنی از هماهنگی تداخل در LTE از طریق واپایش منابع لایه فیزیکی در دامنه بسامدی به همراه دامنه‌های توان و زمان ارائه می‌شود.

۴-۲-۵ اندازه‌گیری‌های لایه فیزیکی

مشخصه‌های رادیویی توسط UE و eNode-B اندازه‌گیری می‌شوند و به لایه‌های بالاتر در شبکه گزارش می‌شوند. این مشخصه‌ها به‌عنوان مثال شامل اندازه‌گیری‌ها برای دگرسپاری میانی بسامد و درونی بسامد، دگرسپاری بین RAT^۲، اندازه‌گیری‌های زمانبندی و اندازه‌گیری‌ها برای (RRM)^۳ و به‌منظور پشتیبانی از موقعیت‌یابی هستند.

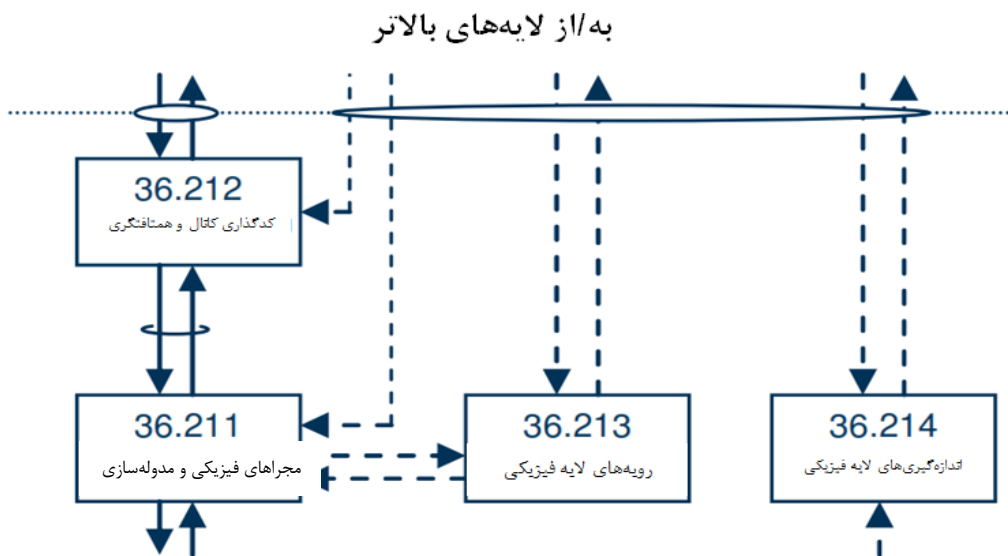
اندازه‌گیری‌ها برای RAT متقابل به‌منظور پشتیبانی از دگرسپاری به GSM، UTRA، FDD، UTRATDD، CDMA2000 1x RTT، CDMA2000 HRPD و IEEE 802.11 تعریف می‌شوند.

1- Broadcast Channel
2- Radio access Technology
3- Radio Resource management

۵ ساختار سند ویژگی لایه فیزیکی LTE

۱-۵ مرور اجمالی (بررسی کلی)

ویژگی لایه فیزیکی از یک سند کلی (مشخصات فنی TS 36.201) و پنج سند (TS های 36.211، 36.212، 36.213، 36.214 و 36.216) تشکیل می‌شود. رابطه بین ویژگی‌های لایه فیزیکی در زمینه لایه‌های بالاتر در شکل ۲ نشان داده می‌شود؛ مشخصات فنی TS 36.216 ویژگی لایه فیزیکی برای انتقالات بین یک eNode-B و یک RN است.



شکل ۲- رابطه بین ویژگی‌های لایه فیزیکی

۲-۵ مشخصات فنی TS 36.201: لایه فیزیکی - توصیف کلی

هدف و دامنه کاربرد موارد زیر را توصیف می‌کند:

- محتوای سندهای لایه ۱ (مجموعه‌های مشخصات فنی TS 36.200)؛
- مکان کسب اطلاعات؛
- توصیف کلی لایه ۱ LTE.

۳-۵ مشخصات فنی TS 36.211: مجراهای فیزیکی و مدوله‌سازی

هدف و دامنه کاربرد این ویژگی ایجاد مشخصه‌های مجراهای فیزیکی لایه ۱، تولید نشانک‌های لایه فیزیکی و مدوله‌سازی و تعیین موارد زیر است:

- تعریف مجراهای فیزیکی پیونده کناری، پیونده فرسو و پیونده فراسو؛
- ساختار مجراهای فیزیکی، قالب قاب، اجزاء منبع فیزیکی و غیره؛

- نگاشت مدوله‌سازی (BPSK, QPSK و غیره)؛
- مجرای فیزیکی مشترک در پیونده کناری، پیونده فروسو و پیونده فراسو؛
- نشانک‌های مرجع در پیونده کناری، پیونده فروسو و پیونده فراسو؛
- مجرای دسترسی تصادفی؛
- نشانک‌های همگام‌سازی اولیه و ثانویه؛
- نشانک‌های همگام‌سازی پیونده کناری اولیه و ثانویه؛
- تولید نشانک OFDMA در پیونده فروسو؛
- تولید نشانک SC-FDMA در پیونده کناری و پیونده فراسو؛
- درهم‌سازی، مدوله‌سازی و تبدیل فرکانس به بالا؛
- روابط زمانبندی پیونده کناری و پیونده فراسو و پیونده فروسو؛
- پیش‌کدگذاری و نگاشت لایه در پیونده کناری، پیونده فراسو و پیونده فروسو.

۴-۵ مشخصات فنی TS 36.212: هم‌تافتگری و کدگذاری مجرا

هدف و دامنه کاربرد این ویژگی توصیف پردازش داده‌ها برای مجرای واپایش و مجرای حمل و نقل، مشتمل بر هم‌تافتگری، کدگذاری مجرا و جایگذاری و تعیین موارد زیر است:

- طرح‌های کدگذاری مجرا؛
- کدگذاری اطلاعات واپایش لایه ۱/ لایه ۲؛
- جادهی
- تطبیق نرخ.

۵-۵ مشخصات فنی TS 36.213: رویه‌های لایه فیزیکی

- هدف و دامنه کاربرد این ویژگی ایجاد مشخصه‌های رویه‌های لایه فیزیکی و تعیین موارد زیر است:
- رویه‌های همگام‌سازی، از جمله رویه جستجوی سلول و همگام‌سازی زمانبندی؛
 - رویه واپایش توان؛
 - رویه دسترسی تصادفی
 - رویه‌های مرتبط با مجرا فیزیکی مشترک پیونده پایین، از جمله گزارش بازخورد CSI؛
 - رویه‌های مرتبط با مجرا فیزیکی مشترک پیونده فراسو، از جمله فراخوانی تجهیزات کاربر UE ۲ و آشکارسازی درخواست‌های دوگانه/ تایید یا عدم تایید HARQ ACK/NACK؛
 - رویه‌های مجرای فیزیکی واپایش مشترک، از جمله واگذاری مجراهای واپایش مشترک؛
 - رویه‌های مرتبط با مجرای فیزیکی چندپخشی؛

1- Up conversion
 2- User Equipment
 3- Hybrid Request Acknowledge/ Not Acknowledge

- رویه‌های مرتبط با پیشکار؛
- رویه‌های دسترسی مجرا.

۵-۶ مشخصات فنی TS 36.214: لایه فیزیکی - اندازه‌گیری‌ها

هدف و دامنه کاربرد این مشخصات ایجاد مشخصه‌های اندازه‌گیری‌های لایه فیزیکی و تعیین موارد زیر است:

- اندازه‌گیری‌هایی که باید توسط لایه ۱ در UE و E-UTRAN انجام شوند؛
- گزارش نتایج اندازه‌گیری به لایه‌های بالاتر و شبکه؛
- اندازه‌گیری‌های دگرسپاری، اندازه‌گیری‌های حالت بی‌کاری و غیره.

۵-۷ مشخصات فنی TS 36.216: لایه فیزیکی برای عملیات رله

هدف و دامنه کاربرد این مشخصات ایجاد مشخصه‌های انتقالات eNB-RN و تعیین پیشرفت‌های مخصوص رله در رابطه با موارد زیر است:

- مجراهای فیزیکی و مدوله‌سازی؛
- هم‌تافتگری و کدگذاری مجرا؛
- رویه‌های گره رله.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

نشانه‌های ریاضی ترجیحی

جدول زیر حاوی نشانه‌های ریاضی ترجیحی در استاندارد سطح یک (L1) است.

نشانه	قلم
علامت ضربدر به عنوان مثال $a \times b$	حاصلضرب
علامت نقطه به عنوان مثال $a.b$	حاصلضرب ماتریس
بهتر است عددی، علامت نقطه، قبل از ماتریس قرار گیرند به عنوان مثال، $(1+j) \cdot \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$	حاصلضرب عددی (حاصلضرب یک ماتریس در یک کمیت)
تعداد ردیف‌ها \times تعداد ستون، به عنوان مثال: $R \times C$	فرامون (ابعاد) ماتریس
$a \otimes b$	حاصلضرب کرونگر ^۱
آکولادها $\{ \}$ ، به عنوان مثال، $\{a_1, a_2, \dots, a_p\}$ یا $\{a_i\}_{i \in \{1, 2, \dots, p\}}$	گروشه‌بندی مجموعه‌ها (تمام اجزا ضروری نیست از یک نوع باشند)
پرانتزها (گروشه‌های کمانی)، به عنوان مثال: (A, u, x)	گروشه‌بندی فهرست‌ها (تمام پایه‌ها نوع یکسان، پایه‌های مرتب)
گروشه‌های گوشه‌دار، به عنوان مثال: $\langle a_1, a_2, \dots, a_p \rangle$ یا $\langle a_i \rangle_{i \in \{1, 2, \dots, p\}}$	گروشه‌بندی دنباله‌ها (تمام پایه‌ها از نوع یکسان، پایه‌های مرتب)
پرانتزها، به عنوان مثال، $f(x)$	گروشه‌بندی شناسه تابع
براکت‌ها (گروشه‌های چهار گوش)، به عنوان مثال، $a[x]$	گروشه‌بندی شاخص آرایه
براکت‌ها، به عنوان مثال، $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$ یا $[x \ y]$ ، $\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$	گروشه‌بندی ماتریس یا بردار
استفاده از ویرگول: به عنوان مثال، $N_{i,j}$	تفکیک شاخص‌ها

1- Kronecker

ادامه جدول

نشانه	قلم
	استفاده از حروف کج برای نمادها
بهبتر است یک نماد یا به صورت کج باشد یا با قلم عادی، اما توصیه می-شود از ترکیب هر دو جلوگیری شود.	
پرانته‌ها: به عنوان مثال، $(a + b) \times c$	کروشه‌بندی عبارت حسابی برای اولویت اجباری عملیات
در صورتی که تنها + و \times باشند، کروشه‌بندی ضروری نیست. زمانی که عملگر mod استفاده شود، توصیه می‌شود کروشه‌بندی آشکار عملگرهای mod و نتیجه احتمالی انجام شود.	ضرورت کروشه‌بندی عبارت‌های حسابی
در زمینه اعداد صحیح غیر منفی، بهتر است زمانی که عدد نشانه‌گذاری شده یا احتمالاً کسری باشد، برخی یادآوری‌ها تأکید شوند.	نوع عدد
به ترتیب استفاده از + یا . چنانچه در عبارت هیچ «mod2» به‌طور آشکاری وجود نداشته باشد، بهتر است در برخی قسمت‌های متن تأکید شود که عملیات مدول ۲ است.	xor دوتایی و AND
V^1	فرانهاد برداری یا ماتریسی
به‌طور ضمنی در جزء یکتای خود قرار داده می‌شوند	ماتریس‌های 1×1
$U^T \cdot V$ برای بردارهای ستونی و $U \cdot V^T$ برای بردارهای خطی	حاصلضرب نقطه‌ای برداری
V^*	مزدوج مختلط
V^H	فرانهاد هرمیتی برداری یا ماتریسی
$\text{Im}(x)$ و $\text{Re}(x)$	بخش حقیقی و بخش موهومی اعداد مختلط
q را معادله قسمت صحیح a و N قرار دهید، Z عدد صحیح است، پس r باقی‌مانده است.	عملیات مدول (از جمله مقدار منفی $r \equiv a \pmod N$)
$\left. \begin{array}{l} q \in Z \\ a = N \times q + r \\ \text{تمام } a \text{ و } N \\ 0 \leq r < N \end{array} \right\} \text{ برای } q = \lfloor a/N \rfloor$	
(یادآوری می‌شود که $\lfloor \bullet \rfloor$ عملیات کف برای تبدیل جزء \bullet به نزدیکترین اعداد صحیح به سمت بی‌نهایت منفی است).	