

Universitatea Politehnică București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

SISTEMUL DE TELEFONIE MOBILĂ

Long Term Evolution

Mihai Ignat 442A

Cuprins

Introducere în LTE.....	3
Arhitectura rețelei și interfețele.....	6
Protocoale în LTE.....	9
Bibliografie.....	14
Referințe.....	14

Introducere în LTE

În ciuda evoluției constante, UMTS se apropie de un număr de limitări de design inerente într-un mod similar cu ceea ce s-a întâmplat cu GSM și GPRS în urmă cu un deceniu. Organizația 3GPP, prin urmare, a decis încă o dată să reprojeteze atât rețeaua radio cât și nucleul rețelei. Rezultatul este denumit în mod obișnuit "Long-Term Evolution" sau LTE. Principalele îmbunătățiri peste UMTS sunt în următoarele domenii:

UMTS a fost proiectat având o bandă pentru frecvența purtătoare de lățimea 5 MHz. Tehnologia de acces multiplu prin diviziunea codurilor de bandă largă WCDMA, interfața aleasă, s-a comportat foarte bine în această limită. Din păcate, această tehnologie nu este flexibilă când vine vorba de scalare. Pentru creșterea vitezei de transmisie, trebuie crescută banda, dar trebuie scăzut și timpul între transmisiuni. Scurtarea acestui timp a dus la creșterea impactului pe care multipropagarea îl are asupra semnalului recepționat. Căderile de semnal provocate de multipropagare pot fi observate atunci când undele radio ricoșează pe obiecte pe drumul de la emițător la receptor, și, prin urmare receptorul nu vede un singur semnal, dar mai multe exemplare care sosesc la momente diferite. Ca urmare, există influențe asupra semnalului recepționat cu atât mai mari cu cât și timpul de recepție este mai lung. Prin scurtarea timpului transmisiunii, semnalul recepționat este și mai afectat de multipropagare și nu poate fi corect decodat.

LTE propune o soluție complet nouă pentru a combate acest efect. În loc de a împrăștia spectrul semnalului în banda disponibilă (5 MHz la WCDMA), LTE folosește multiplexarea cu divizare a frecvențelor ortogonale OFDM care permite transmiterea datelor prin mai multe subpurtătoare de bandă îngustă de 180kHz fiecare. În locul unui singur flux rapid de date, apar mai multe fluxuri mai lente, transmise simultan. Ca o consecință, datarate atins, comparativ cu UMTS este similară în aceeași lățime de bandă, dar efectul multipath este mult redus, din cauza pașii de transmisie mai lungi. Rata binară la LTE este similară cu cea de la UMTS dar efectele multipropagării sunt considerabil diminuate.

În exemplul următor, se evidențiază o modulație cu o singură purtătoare (de exemplu, BPSK). Șirul de date este modulat și simbolurile obținute sunt introduse în canalul de comunicații. Cu linia verde este evidențiată atenuarea canalului în domeniul timp și în domeniul frecvență. Canalul acționează ca un filtru asupra semnalului. Datorită efectului de multipropagare, semnalul recepționat este o sumă de replici întârziate și ponderate ale semnalului transmis. Apar distorsiuni în banda semnalului și interferențe inter-simbol.

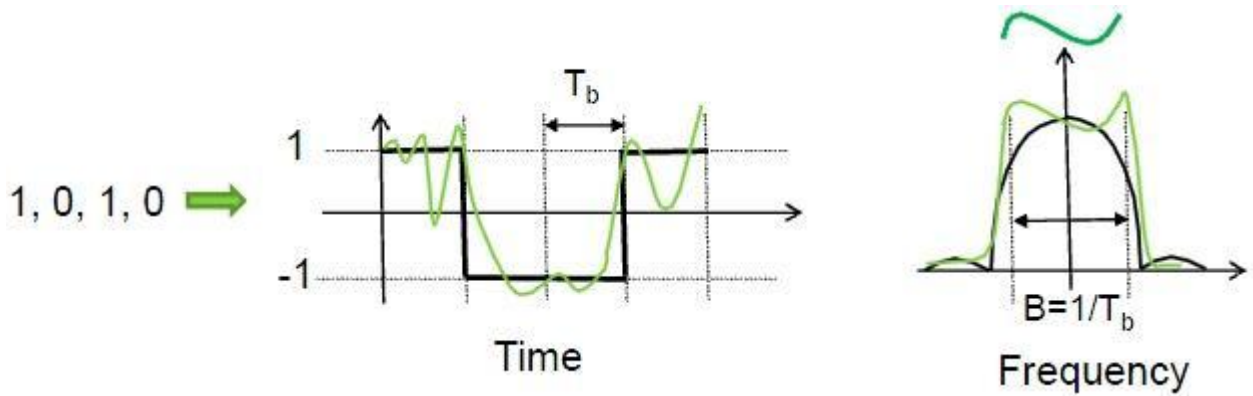


Figura 1: Exemplu de modulație cu o singură purtătoare [1]

Cu ajutorul tehnologiei OFDM, șirul de date este împărțit în mai multe subșiruri. În exemplul considerat, șirul se împarte în 4 subșiruri.

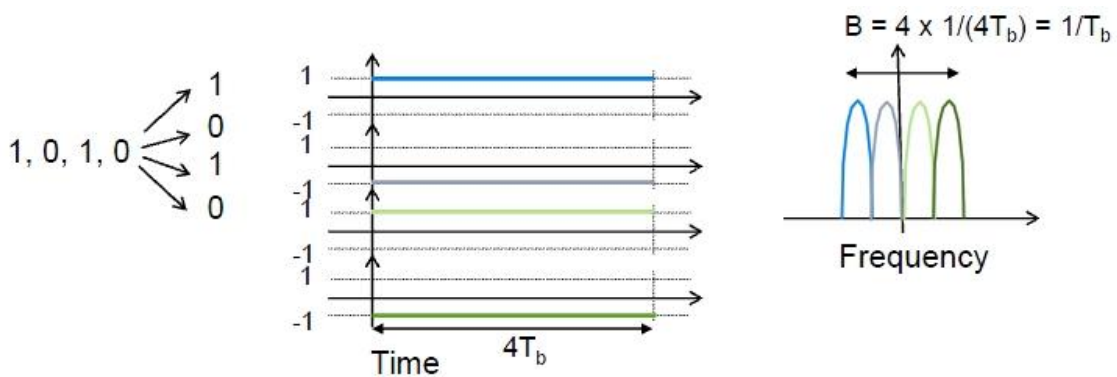


Figura 2 : Exemplu de modulație cu mai multe purtătoare [2]

Fiecare șir este modulat cu una din subpurtătoarele adiacente și ocupă o pătrime din banda originală. Datorită faptului că subbenzile sunt adiacente, banda totală rămâne aceeași. Receptorul decodează fiecare subșir independent. Dacă canalul variază încet într-o subbandă, atenuarea poate fi considerată constantă și se poate construi un filtru invers atenuării.

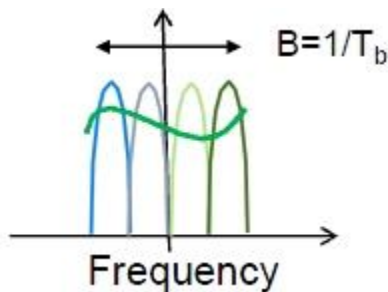


Figura 3 : Spectrul de frecvențe OFDM cu reprezentarea atenuării canalului [3]

Alte tehnologii folosite pentru creșterea vitezei de transmisie constă în folosirea a mai multor subpurtătoare fără modificarea parametrilor, dacă acestea sunt disponibile. De asemenea, LTE suportă tehnologia MIMO (Multiple Input Multiple Output) care permite ca stația de bază să transmită multiple șiruri de date pe aceiași purtătoare simultan.

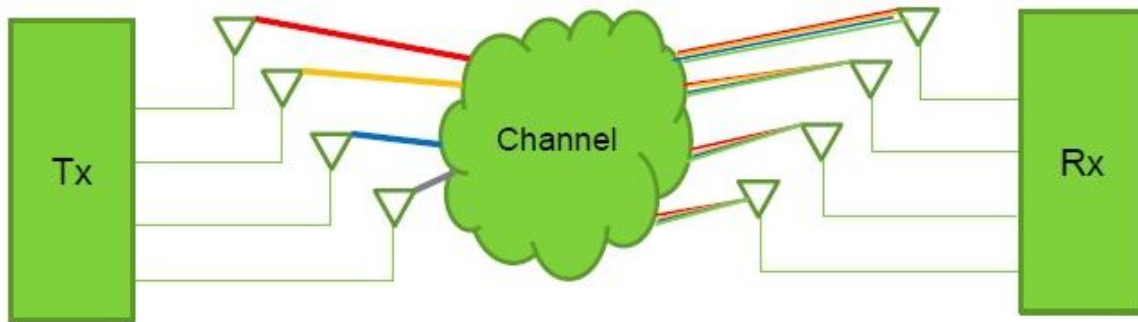


Figura 1: Tehnologia MIMO [4]

În figura de mai sus este explicată tehnologia MIMO. Transmițătorul TX are mai multe antene și poate transmite un șir independent de date. Căile de propagare ale acestora sunt independente (decorelate). Receptorul RX trebuie să aibă cel puțin la fel de multe antene ca și transmițătorul. Folosind algoritmi de decodare complecși, receptorul poate decoda informațiile primite de la transmițător.

În majoritatea țărilor din Europa și America, LTE folosește duplexarea în frecvență (FDD) pentru separarea transmisiunilor de uplink și de downlink pe frecvențe diferite. În alte părți ale lumii, este folosită duplexarea în timp (TDD), folosită deja în UMTS, datorită lipsei de frecvențe disponibile.

Altă abordare nouă în LTE comparat cu UMTS este adoptarea unei rețele all-IP. UMTS folosește nucleul tradițional bazat pe comutație de circuite pentru serviciile de voce, SMS și alte servicii moștenite de la GSM. LTE se bazează integral pe o nucleu de rețea bazat pe IP pentru toate serviciile, mai puțin SMS. Arhitectura de rețea all-IP simplifică mult design-ul și implementarea LTE-ului. LTE urmează pașii pe care i-au urmat și alte servicii precum televiziunea, etc. Standardele de calitate ale serviciilor pe care LTE le oferă au fost stabilite. O problemă importantă este reprezentată de handover-ul către o rețea bazată pe comutație de circuite atunci când nu mai există acoperire LTE.

De asemenea, toate nodurile de rețea LTE sunt bazate pe IP, incluzând conexiunea de backhaul către stația de bază radio, simplificând comunicațiile care erau în trecut bazate pe E1, ATM și legături de releu de cadre. LTE include și mai puține elemente de arhitectură logice și fizice, comparativ cu UMTS pentru a reduce întârzierile cauzate de comunicare între noduri. Au fost optimizate de asemenea și semnalizările pentru stabilirea conexiunii și alte proceduri pentru managementul interfeței aer.

Dispozitivele LTE trebuie să fie capabile să suporte tehnologiile deja existente GSM, GPRS, EDGE și UMTS. Pe partea de rețea, protocoalele și interfețele sunt așezate astfel încât trecerea de la o tehnologie la alta să se facă fără timpi de așteptare. Deși infrastructura LTE a fost construită separat față de celelalte tehnologii, în viitor acestea vor fi încapsulate în aceiași infrastructură.

LTE succede nu numai UMTS, ci și CDMA2000. Standardele noi introduse ca MIMO se regăsesc și în alte tehnologii ca HSPA+ Release 7.

Arhitectura rețelei și interfețele

Arhitectura rețelei LTE este similară cu cea GSM și UMTS, fiind împărțită, în principiu, în partea de rețea radio și partea de nucleu al rețelei.

Dispozitivul mobil este referit ca echipament al utilizatorului (User Equipment - UE), la fel ca la UMTS. Clasele UE sunt trecute în tabelul de mai jos. Modulația folosită de LTE este 64-QAM la downlink, combinat cu diversitate a antenelor și MIMO (excepție clasa 1 UE). La uplink, se folosește modulația 16-QAM pentru clasele 1-4 și 64-QAM pentru clasa 5 de UE.

Folosirea MIMO presupune transmiterea a mai multor șiruri de date pe aceeași frecvență purtătoare de la mai multe antene de la stația de bază la echipamentul mobil. Dacă există multipropagare, UE distinge între semnalele recepționate și recrează semnalul original. Schemele MIMO pot fi 2x2 sau 4x4 (antene transmisie și antene recepție).

Category	1	2	3	4	5
Maximum downlink datarate (20 MHz carrier)	10	50	100	150	300
Maximum uplink datarate	5	25	50	50	75
Number of receive antennas	2	2	2	2	4
Number of MIMO downlink streams	1	2	2	2	4
Support for 64 QAM in the uplink_direction	No	No	No	No	Yes

Figura 2: Tabel User Equipment [5]

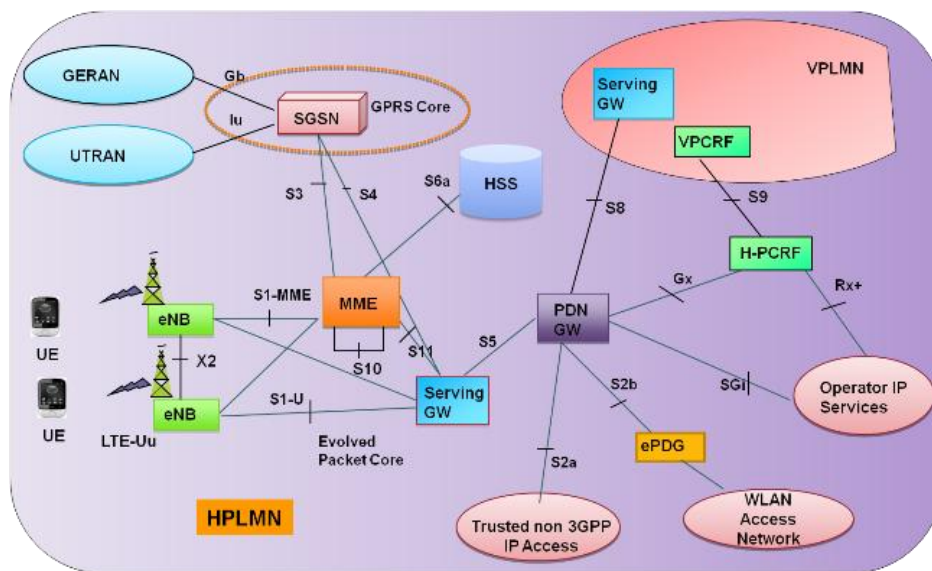


Figura 3: Arhitectura rețelei LTE [6]

eNode-B este cel mai complex dispozitiv din rețeaua LTE, numele pornind din UMTS cu adăugarea termenului “evolved” (evoluat). Termenul se mai regăsește și în alte elemente arhitecturale LTE precum eUTRAN (evolved Universal Telecommunications System Terrestrial Radio Access Network).

eNode-B conține 3 elemente majore:

- Antenele, cea mai vizibilă parte
- Modulele radio care modulează și demodulează toate semnalele primite și recepționate pe interfața radio
- Module digitale pentru procesarea tuturor semnalelor primite și recepționate pe interfața radio, care acționează ca o interfață cu nucleul rețelei peste o conexiune backhaul de înaltă viteză

Funcțiile pe care le îndeplinește eNode-B-ul sunt:

- managementul utilizatorilor în general și planificarea resurselor de pe interfața radio;
- asigurarea QoS cum ar fi asigurarea latenței și lățimii de bandă minime pentru servicii de timp real și capacitatea de transfer maximă pentru aplicații de background, depinzând de profilul utilizatorului;
- balansarea încărcării între diferite servicii radio simultane către utilizatori diferiți;
- managementul mobilității;
- managementul interferențelor, adică reducerea impactului transmisiunii downlink asupra stațiilor de bază vecine în scenarii despre marginea celulelor.

Interfața Uu reprezintă interfața dintre UE și eNode-B și este singura interfață din rețea care este întotdeauna wireless. Ratele binare teoretice depind de încărcarea spectrului folosit de celulă. LTE este flexibil din punct de vedere al folosirii benzilor. De asemenea, pe această interfață se folosește și MIMO. Vitezele maxime atinse pot ajunge până la 150 Mbps, depinzând de mulți factori precum interferențe, încărcarea celulei, distanța de la antenă la utilizator, etc.

Interfața dintre stația de bază și nucleul rețelei se numește interfața S1. De obicei, aceasta presupune o legătură de fibră optică sau cablu de cupru de mare viteză. Această interfață este împărțită în două părți logice, care transportă informația prin același canal fizic. Acestea sunt S1 User Plane, pentru datele utilizatorilor și S1 Control Plane, pentru datele de control ale rețelei LTE. S1 Control Plane are două funcții: prima este de a permite eNode-B să interacționeze cu nucleul rețelei pentru comunicări specifice, iar a doua pentru transferul mesajelor de semnalizare care țin de utilizatori, de exemplu pentru un apel de voce. Aceste protocoale au la bază stiva IP.

O altă interfață, folosită pentru comunicarea între stațiile de bază LTE este interfața X2. Această comunicare are două scopuri: în primul rând, controlul de handover este făcut de stațiile de bază, prin comunicare directă între acestea, nemaisolicitând interfața S1, iar în al doilea rând, stațiile de bază se folosesc de această interfață pentru coordonarea interferențelor, deoarece, ca la UMTS, acestea folosesc aceeași frecvență. Interfața X2 este folosită la nivel de layer 3.

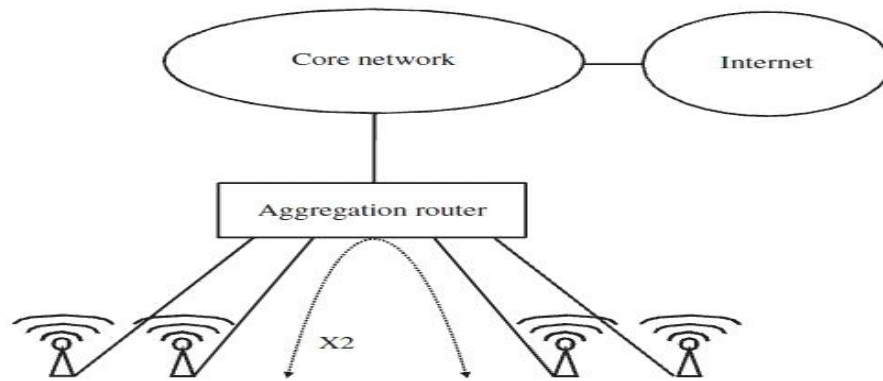


Figura 3: Rutele fizice ale interfețelor S1 și X2 [7]

Entitatea de management al mobilității (Mobility Management Entity - MME) este elementul de arhitectură al rețelei LTE care este responsabil de toate schimburile de semnalizări între stațiile de bază și nucleul rețelei și între utilizatori și nucleu.

Responsabilitățile MME-ului sunt:

- Autentificarea – înregistrarea utilizatorului în rețea la pornirea aparatului. MME cere informații de autentificare de la HSS (Server local de abonați).
- Stabilirea purtătorilor (bearers) – MME comunică cu nucleul rețelei pentru stabilirea unui tunel IP între eNode-B și gateway-ul către Internet, alegând și gateway-ul.
- Managementul mobilității NAS – MME urmărește dispozitivele inactive pentru ca, în cazul în care este necesară o transmisie de date către un dispozitiv inactiv, să se cunoască poziția sa în rețea, în aria cărei stații de bază se află.
- Suport pentru handover – dacă interfața X2 nu este disponibilă, MME intermediază procesul de handover între eNode-B-uri.
- Comunicare cu alte rețele radio – dacă acoperirea LTE nu mai este disponibilă, MME decide dacă dispozitivul trece într-o rețea GSM sau UMTS sau dacă trece în managementul altei celule.
- Suport pentru SMS și voce – MME se ocupă cu managementul serviciilor tradiționale de SMS și apeluri de voce.

MME folosește diverse interfețe pentru comunicarea cu celelate elemente precum S5, S6a, S11 și SG, care sunt evidențiate și în figura 2.

Gateway-ul de serviciu (Serving Gateway – S-GW) este responsabil cu managementul tunelurilor de date de utilizator între eNode-B-uri și PDN-GW (Gateway pentru către rețeaua de pachete de date), care reprezintă gateway-ul către Internet. Interfața cu MME este S11 pe care primește comenzi legate de tunelurile create și modificate de MME. Folosește protocoale precum GTP-C de la GPRS și UMTS și protocolul UDP în loc de SCTP. S-GW este un element care folosește protocolul IP la nivelul de rețea.

Gateway-ul PDN este un alt element de nucleu al rețelei LTE. Acesta reprezintă conexiunea cu Internetul și este capătul interfeței S5. Acesta primește pachetele utilizatorilor și le încapsulează într-un tunel S5 GTP, trimițându-le spre S-GW. O altă funcție a PDN-GW este asignarea de adrese IP către dispozitivele mobile. După autentificarea făcută de MME, MME cere lui PDN-GW o adresă de IP pentru dispozitiv. Se pot asigna simultan și adrese IPv4, și adrese IPv6. Altă rol important pe care îl are PDN-GW este în scenariile de roaming internațional. Spre exemplu, când un utilizator se află într-o rețea din altă țară și accesează Internetul, se crează o legătură între PDN-GW al rețelei utilizatorului și S-GW din rețeaua curentă.

Serverul local de abonați (Home Subscriber Server - HSS) reprezintă baza de date care conține toate datele abonaților, similar cu HLR (Home Location Register) din GSM și UMTS. Protocolul folosit de HSS se numește DIAMETER, bazat pe IP, pentru schimbul de informații cu baza de date. Interfața folosită este S6a. HSS conține următoarele date despre utilizator: IMSI-ul (identifică unic un abonat), informații de autentificare (chei de criptare, etc.), detalii despre ce servicii cu comutație de circuite sau de pachete poate să folosească, informații specifice IMS, ID-ul curent al MSC-ului folosit, ID-ul SGSN-ului sau MME-ului.

Protocoale în LTE

În arhitectura LTE, nucleul rețelei include MME-ul, Gateway-ul de serviciu (SGW), Gateway-ul pentru rețeaua cu comutație de pachete (PDN GW) iar E-UTRAN include E-UTRAN NodeB-uri (eNB). Datorită ratelor binare ridicate, a eficienței spectrale îmbunătățite și a sistemului optimizat pentru pachete, tehnologia LTE este calibrată pentru a opera aplicații de date care necesită o rată binară foarte mare.

Figura următoare arată mapearea protocoalelor către specificațiile corespunzătoare pe interfața S1 pentru legătura planului controlului (S1 Control Plane) între UE și MME.

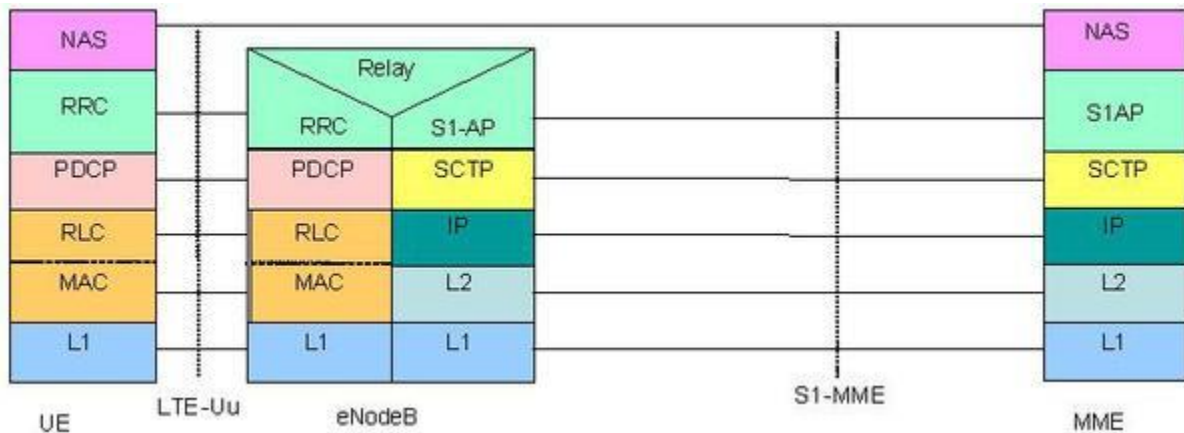


Figura 4: Structura protocoalelor pentru S1 Control Plane [8]

NAS sau stratul non-acces este cel mai înalt strat din planul controlului dintre UE și MME la nivelul interfeței radio. Funcțiile principale ale protocoalelor care fac parte din NAS sunt suportul mobilității UE și suportul pentru procedurile de management al sesiunii la stabilirea și menținerea conectivității IP între UE și un gateway PDN (PDN GW).

Protocoalele de control NAS au rolurile de:

- Managementul purtătoarei EPS
- Autentificarea
- Manipularea mobilității ECM inactiv
- Originarea paging-ului în ECM inactiv
- Controlul securității

Stratul protocolului **RRC** (controlul resurselor radio) există în UE și eNode-B și face parte din planul controlului interfeței aeriene LTE. Serviciile și funcțiile principale asigurate de substratul RRC includ:

- Broadcast-ul informațiilor de sistem legate de NAS
- Broadcast-ul informațiilor de sistem legate de stratul de acces (AS)
- Paging-ul
- Stabilirea, menținerea și eliberarea unei conexiuni RRC între UE și E-UTRAN
- Funcții de securitate incluzând managementul cheilor de criptare
- Stabilirea, configurarea, menținerea și eliberarea de purtători radio (Radio Bearers) punct la punct
- Funcții legate de mobilitate
- Funcții de management al QoS-ului
- Raportări ale măsurătorilor de semnal de la UE și controlul acestor raportări
- Transfer de mesaje directe NAS de la/spre UE

Protocolul de convergență al pachetelor de date (Packet Data Convergence Protocol - **PDCP**) există și în UE, și în eNode-B și face parte din planurile controlului și utilizatorului al interfeței aeriene LTE.

Funcțiile și serviciile principale oferite de acest substrat pentru planul utilizatorului sunt:

- Compresia și decompresia headerelor (doar ROHC)
- Transferul de date ale utilizatorilor
- Livrarea în secvențe de PDU-uri din stratul superior către proceduri de restabilire PDCP pentru RLC AM
- Detecția duplicatelor de SDU-uri din stratul inferior către proceduri de restabilire PDCP pentru RLC AM
- Criptarea și decriptarea
- Înlăturarea SDU-urilor cu timer la uplink

Serviciile și funcțiile principale îndeplinite de substrat pentru planul controlului sunt:

- Criptarea și protecția integrității
- Transferul de date ale planului controlului

Controlul de legătură radio (Radio Link Control - **RLC**) este un strat care este implementat în UE și eNode-B, făcând parte din planurile controlului și utilizatorului de pe interfața S1 LTE.

Funcțiile și serviciile principale incluse în acest substrat sunt:

- Transferul PDU-urilor din stratul superior
- Corecția erorilor prin ARQ (doar pentru transferul de date AM)
- Concatenarea, segmentarea și reasamblarea SDU-urilor RLC (doar pentru transferurile de date UM și AM)
- Resegmentarea PDU-urilor de date RLC (doar pentru transferuri de date AM)
- Livrarea în serie a PDU-urilor din stratul superior (doar pentru transferurile de date UM și AM)
- Detecția duplicatelor (doar pentru transferurile de date UM și AM)
- Detecția de erori de protocol și recuperarea datelor
- Înlăturarea SDU-urilor RLC (doar pentru transferurile de date UM și AM)
- Restabilirea RLC

Protocolul **MAC** (Medium Access Control) este un protocol des întâlnit în rețelele de comunicații, indiferent de mediul de transmisie. Acesta se regăsește în cadrul LTE încorporat în UE și eNode-B și este responsabil mecanismele de control pentru adresare și acces la canal atât pentru planul controlului S1 cât și pentru planul utilizatorului S1.

Serviciile și funcțiile pe care le îndeplinește stratul MAC sunt:

- Maparea între canalele logice și canalele de transport
- Multiplexarea/Demultiplexarea SDU-urilor MAC care aparțin unuia sau mai multor canale logice diferite spre/dinspre blocurile de transport livrate spre/dinspre stratul fizic pe canalele de transport
- Raportarea informațiilor de planificare
- Corecția erorilor folosind HARQ
- Manipularea prioritara între canalele logice ale unui UE
- Manipularea prioritara între UE-uri prin mijloace de planificare dinamică
- Selecția formatului de transport

Protocoloalele RRC, PDCP, RLC și MAC sunt implementate, conform figurii 4, în echipamentul utilizatorului (UE) și eNodeB pe interfața aeriana LTE-Uu. Protocolul NAS este implementat în UE și MME.

Următoarea figură arată structura protoalelor dintre planul utilizatorilor UE și P-GW. Protocolul de tunelare GPRS (GPRS Tunneling Protocol) pentru planul utilizatorilor (GTP-U) creează tunele între eNode-B și S-GW, dar și între S-GW și P-GW din rețeaua din spate.

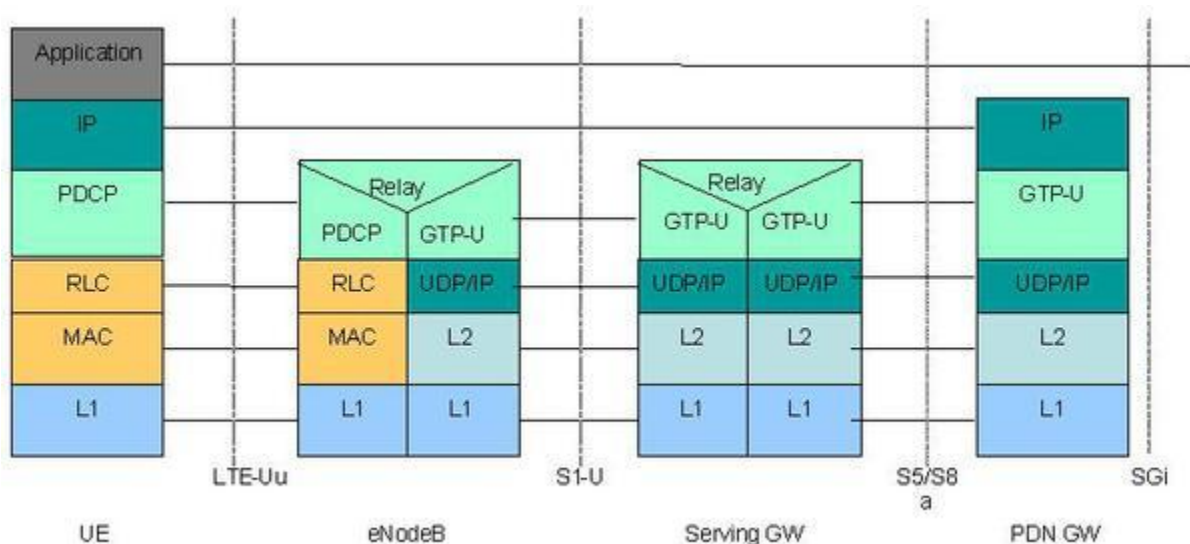


Figura 5: Legătura UE – PDN-GW pentru planul utilizatorilor [9]

Pe planul utilizatorului, sunt implementate aceleași protoale PDCP, RLC, MAC în UE și eNodeB. În plus, au mai fost implementate o serie de protoale.

Stratul fizic al interfeței aeriene LTE (Air Interface Physical Layer – L1) oferă servicii de transport de date straturilor superioare. Accesul la aceste servicii se face prin folosirea unui canal de transport prin substratul MAC. De la stratul fizic se așteaptă performarea următoarelor funcții pentru a oferi servicii de transport de date:

- Detecția erorilor apărute pe canalul de transport și semnalizarea lor către straturile superioare
- Codarea/decodarea FEC a canalului de transport
- Soft-combining ARQ hibrid
- Matching-ul ratei canalului de transport codat pentru canalul fizic
- Ponderarea puterii canalelor fizice
- Modularea și demodularea canalelor fizice
- Sincronizarea timpului și a frecvenței
- Măsurarea caracteristicilor radio și semnalizarea lor către straturile superioare

- Procesarea MIMO (Multiple Input Multiple Output)
- Diversitatea la transmisie (Tx diversity)
- Formarea undei
- Procesarea RF

Protocolul S1 Application (**S1AP**) oferă servicii de semnalizare între eUTRAN și ePC (evolved Packet Core) și are următoarele funcții:

- Managementul E-RAB
- Transferul contextului inițial
- Indicarea informației capacității UE
- Funcții de mobilitate
- Funcții de management al interfeței S1
- Transferul status-ului
- Funcții de urmărire
- Raportarea localizării
- Funcția de tunelare CDMA2000 pentru interfața S1
- Transmiterea mesajelor de avertizare
- Managementul informațiilor RAN (RIM)
- Transferul de configurare

Stratul de transport pentru șirurile de date din interfețele S1, X2, S4, S5 și S8 este un strat de transport bazat pe stiva IP. Protocolul GTP-U peste UDP peste IP poate rula ca transportul pentru șiruri de date pe interfețele de date ale utilizatorilor.

Orice protocol de legătură de date care îndeplinește următoarele cerințe către stratul superior poate fi folosit.

Pentru legătura dintre UE și PDN-GW, secțiunea eNode-B – S-GW este legată prin interfața S1. Purtătoarea de semnalizări S1 (S1 signaling bearer) îndeplinește următoarele funcții:

- Oferă transfer sigur a mesajelor S1-AP prin interfața S1-MME
- Oferă funcții de rutare și funcții de rețea
- Oferă redundanță în rețeaua de semnalizare
- Oferă suport pentru controlul transferului și a congestiei

S1 Signaling bearer, la nivelul 2, al legăturii de date (data link layer), oferă suport pentru orice protocol potrivit pentru legătura de date (PPP, Ethernet, etc.).

La nivelul stratului IP, eNode-B și MME oferă suport pentru IPv4 și/sau IPv6.

Stratul IP al interfeței S1-MME suportă doar transmisiuni punct la punct al mesajelor S1-AP.

SCTP este văzut ca stratul de transport al S1-MME signalling bearer. SCTP reprezintă abrevierea de la Stream Control Transmission Protocol sau protocolul de transmisie al controlului de flux, dezvoltat de grupul de lucru Sigtran din IETF cu scopul transportării diverselor protocoale de semnalizare prin rețeaua IP.

Există doar o singură asociere SCTP stabilită între o singură pereche MME - eNode-B.

eNode-B stabilește asocierea SCTP. Valoarea numărului de port destinație SCTP dată de IANA pentru a fi folosită în **S1AP** este 36412.

UDP/IP

Numărul portului UDP pentru GTP-U este definit în 3GPP TS 29.281.

eNode-B și EPC oferă suport pentru fragmentarea și asamblarea pachetelor GTP în stratul IP.

eNode-B și EPC oferă suport pentru IPv6 și/sau IPv4.

Protocolul GTP-U este folosit prin interfețele S1-U, X2, S4, S5 și S8 ale **EPS** (Evolved Packet System). Tunelele GTP-U sunt folosite pentru a transporta T-PDU-uri încapsulate și mesaje de semnalizare între o pereche dată de puncte de capăt ale unui tunel GTP-U. ID-ul unui punct de capăt al tunelului (Tunnel Endpoint ID – TEID) care este prezent în header-ul GTP indică cărui tunel aparține un T-PDU particular.

Bearer-ul de transport este identificat prin TEID GTP-U și adresa IP (TEID sursă, TEID destinație, adresă IP sursă, adresă IP destinație).

Interfața X2 este definită între două eNode-B-uri vecine. Figura de mai jos arată stiva de protocoale pentru planul controlului și planul utilizatorului al interfeței X2.

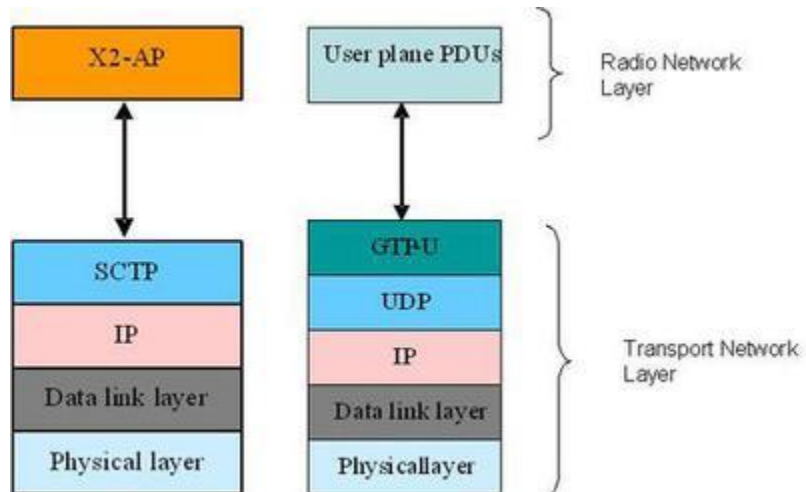


Figura 6: Stiva protocoalelor de pe interfața X2 [10]

Protocolul **X2AP** este folosit pentru a manipula mobilitatea UE în rețeaua eUTRAN și oferă următoarele funcționalități:

- Managementul mobilității
- Managementul încărcării
- Raportarea situațiilor de eroare generală
- Resetarea X2
- Setarea X2
- Update-ul configurației eNode-B

Bearer-ul de semnalizare X2 (X2 signaling bearer) oferă funcționalitățile următoare:

- Oferirea unui transfer sigur de mesaje X2-AP prin interfața X2
- Oferirea funcțiilor de rutare și de rețea
- Oferirea redundanței în rețeaua de semnalizare
- Suport pentru controlul fluxului și a congestiei

La nivelul de legătura de date, și bearer-ul de semnalizare X2 suportă orice protocol potrivit (PPP, Ethernet, etc.).

Stratul IP al interfeței S1-MME suportă doar transmisiuni punct la punct al mesajelor X2-AP.

eNode-B stabilește asocierea **SCTP**. Valoarea numărului de port destinație SCTP dată de IANA pentru a fi folosită în X2AP este 36422.

Stratul 1 S1 are ca funcții principale:

- Interfațarea cu mediul fizic
- Deliniarizarea cadrelor
- Capacitatea de extragere a ceasului de linie
- Extragerea și generarea alarmelor de strat 1
- Controlul calității transmisiei

Stratul 1 X2 are ca funcții principale:

- Interfațarea cu mediul fizic
- Deliniarizarea cadrelor
- Capacitatea de extragere a ceasului de linie
- Extragerea și generarea alarmelor de strat 1
- Controlul calității transmisiei

Bibliografie:

1. Martin Sauter - From GSM to LTE
2. www.lte-world.org
3. Andrei Alexandru Enescu - Curs LTE: The Journey to unlimited data dream

Referinte:

- [1],[2],[3],[4] - Curs LTE: The Journey to unlimited data dream
[5],[7] - From GSM to LTE
[6],[8],[9],[10] - www.lte-world.org