

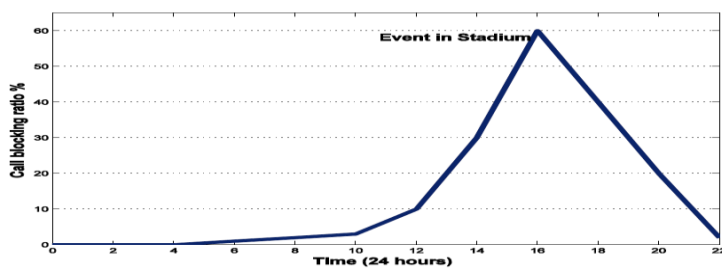
Necesitate

Cresterea traficului

“The CISCO VNI report [CISCO16] foresees an eightfold increase of mobile traffic between 2016 and 2020, with a compound annual growth rate (CAGR) of 53%. Smart devices (smartphones and high-end M2M devices including connected cars, smart products and machines) will jointly account for 67% of the traffic by 2020 (up from only 36% in 2015). Also, the number of mobile edge devices will increase from 50% in 2015 up to 79% in 2020, with M2M devices alone increasing at a CAGR of 38%.”

Noi tipuri de aplicatii

- IoT - pachete scurte (care necesita semnalizare si RRM), cu cerinte de latency si PER relative diferite
- Gaming - pachete scurte - cerinte foarte stricte de latency
- Machine-to-Machine (M2M) : Factory-of-the-Future (FoF); Car-to-Car si Car-to-Infrastructure) - latency foarte redusa si PER f. mica, pachete mici, probleme datorita efectului Doppler; Grid Communications
- Airplane Communications (In-Cabin, Airplane-to-Ground, Airplane-to-Airplane) - idem, plus probleme semnificative de propagare
- Cloud Communications - volum imens (debit binar foarte mare), latency foarte redusa, PER f. mica
- Entertainment - volum imens de date
- Evenimente si Disaster-Site Communications - echipamente care sa poata fi desfasurate repede si relative simplu si care sa asigure legatura cu reseaua functionala - in cazul evenimentelor (meciuiri) traficul poate creste semnificativ



Rata “dropped call” la un eveniment pe stadion in reseaua existenta



Alegerea punctului de vizualizare a unui eveniment la receptorul TV (acasa)

Abordari diferite pentru zonele (foarte dens) urbane si zonele rurale

Abordari avute in vedere

Banda de frecvente:

- folosirea benzilor radio in zona 60 GHz, in zona 90 GHz, in zona 120-125GHz, in banda 200-300 GHz
- folosirea transmisiilor cu lumina vizibila (laser), infrarosu (distante f. scurte)
- cresterea eficientei spectrale a transmisiilor pe fibra optica

Probleme: modelarea propagarii in aceste benzi; gradul de procesare realizabil tehnologic la aceste frecvente este (inca) redus; distantele de acoperire pot fi foarte mici pentru multe dintre ele.

Tehnici de transmisie:

- inlocuirea OFDM cu unele variante ale sale care sa asigure un PAPR mai mic (amplificatoarele neliniare!) si sa aiba componente spectrale mult mai mici in afara benzii utile (reutilizarea frecventelor si reducerea interferentelor canalelor adiacente):

- windowed OFDM - se adauga intervale de timp la inceputul si sfarsitul fiecarui simbol, si se reduce durata intervalului de de garda (CP), OOB- out-of-band-emissions mai mici, dar scade imunitatea la ISI-prop. multiale;
- Universal-filtered MultiCarrier - se filtreaza pe largimea de banda (nr. de suburtatoare) a unei RRU si foloseste Zero-Padding in intervalul de garda in loc de CP- de asemenea foloseste un FFT in numar dublu de

puncte la receptie, pentru a compensa lipsa convolutiei circulare introdusa de CP si a genera convolutia liniara cu raspunsul la impuls al canalului - necesara pentru egalizare in domeniul frecventa dupa FFT.

- filtered-ODFM - pastreaza CP, dar granularitatea filtrarii este variabila, putand fi extinsa pe mai multe subbenzi RRU
- Se mai studiaza tehnicile FBMC si GFDM in care semnalul e filtrat pe fiecare subpurtatoare, iar producerea e mult mai complexa decat un "simplu" IFFT. GFDM nu mai asigura ortogonalitatea intre subpurtatoare

- folosirea transmisiilor asistate de relee pentru:

- extinderea acoperirii (multi-hop relaying)
- cresterea debitului binar la o PER impusa

- folosirea transmisiilor prin cooperare in BS-uri (COMP) pentru deservirea unui utilizator aflat la marginea celulei

- utilizarea tehnicilor de tip MIMO si multiplexarilor spatiale

Modulatii:

- se studiaza Offset-QAM si exista studii pentru generarea si utilizarea BLU-QAM (cel putin in transmisiile optice)
- implementarea modulatiilor clasice pentru frecvente foarte mari (erori datorate procesarii pe un numar redus de biti/esantion si esantioane/perioada de simbol)

Coduri corectoare de erori

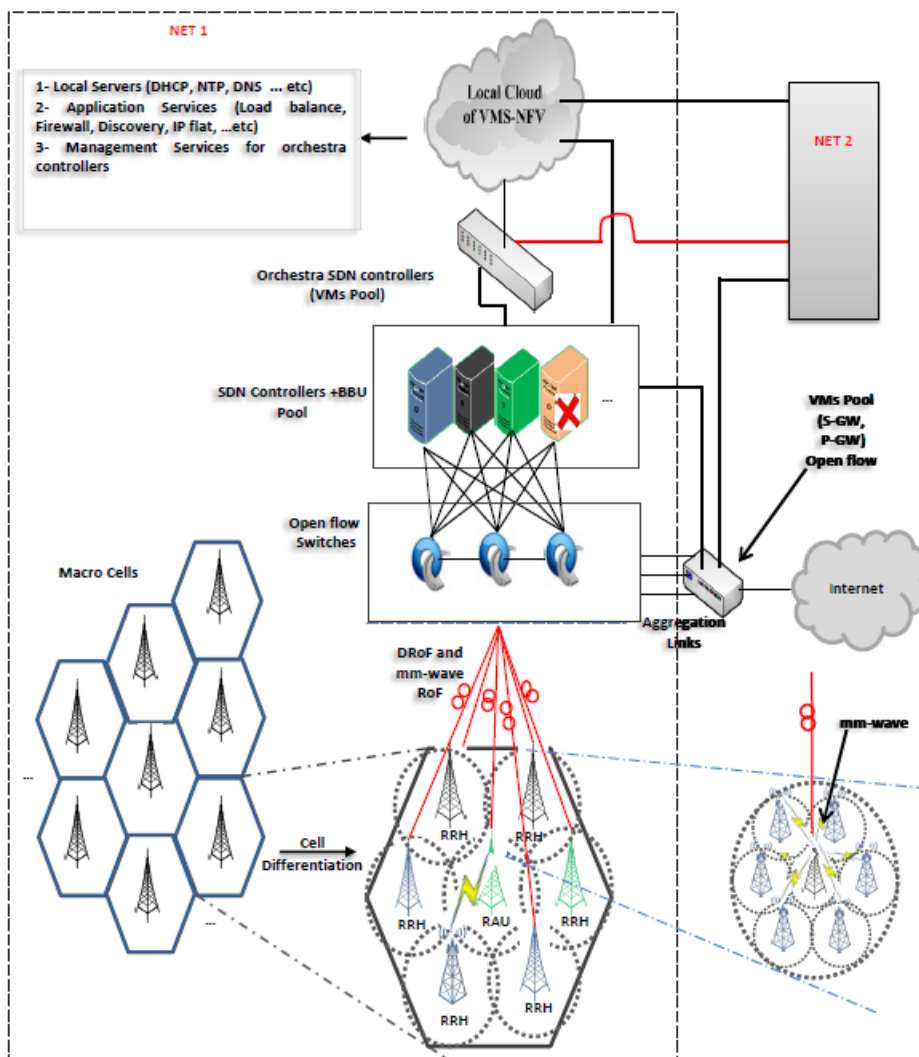
Aceste tehnici sunt combinate cu modulatii Offset-QAM pentru a reduce PAPR

- Coduri corectoare - LDPC in campuri Galois mai mari de GF2, coduri polare si sliding window coded modulations - se face pe straturi, iar diverse straturi se suprapun intre divers subblocuri ale cuvantului de cod - destinata reducerii interferentelor de access multiplu ; Sparse Regression Codes (SPARCs); coduri polare pentru traficul de semnalizare
- optimizarea corelata codului corrector, strategiei de cooperare si a tehnicii H-ARQ

Tehnici de acces la mediul de transmisie

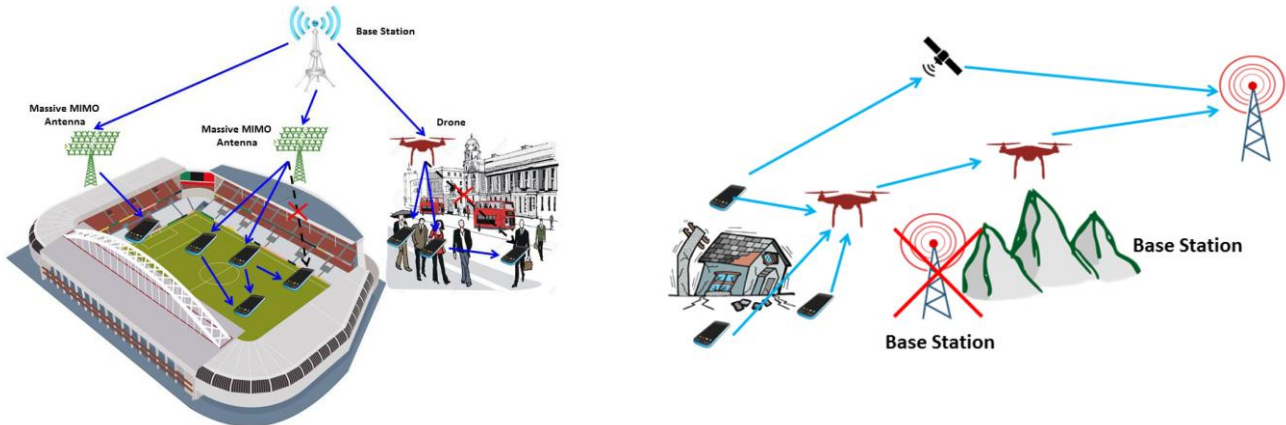
- utilizarea unor Remote Radio Heads (partea de radiofrecventa) conectate prin backhaul links si prin comutatoare de Base-Band Units, care vor efectua procesarea in banda de baza.
- se are in vedere separarea BBU de partea radio, care va fi administrata separat

DroF – digitized RoF

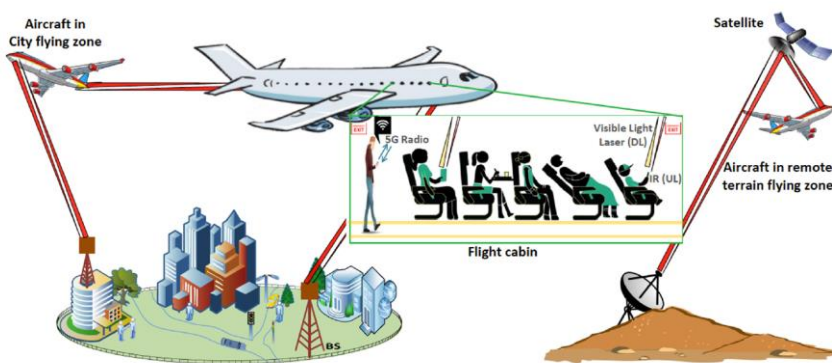


La nivel de retea

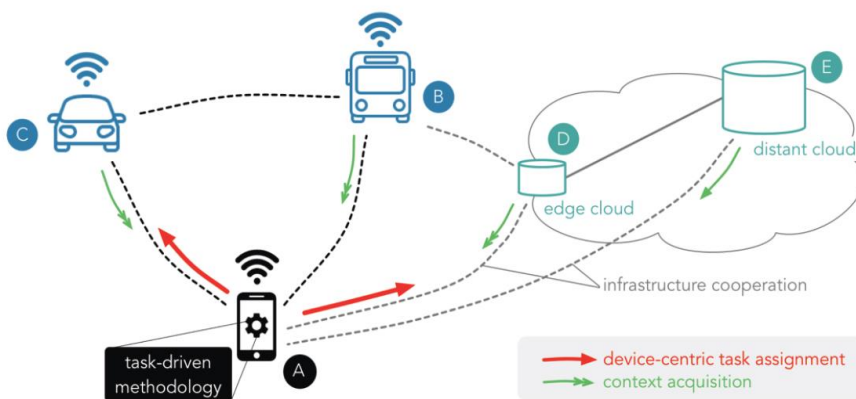
- abordarea de tip "cross-layer" a configurarii unei legaturi
- utilizarea unor retele "elastice" pentru evenimente sau dezastre (varfuri de traffic)



- utilizarea unor subretele pentru comunicatiile avioanelor



- utilizarea unor retele-mesh intre BS-uri in zonele urbane, fara a mai trece prin MSc ; reducerea latentei
- dezvoltarea unor retele definite soft (SDN)
- virtualizare functiilor retelei (NFV), in special a nivelului fizic



- utilizarea configurarii centrate pe dispozitiv (device-centric networking) a unei retele sau a mai multor retele heterogene - foloseste faptul ca terminalele curente au acces la mai multe retele (cellular, WiFi, Bluetooth,)
- urmareste sa mareasca autonomia de decizie, recunoastere a contextului si capabilitatii de cooperare a dispozitivelor mobile, care vor fi transformate in noduri mobile la marginea retelei