

ΔΙΚΤΥΑ ΝΕΑΣ ΓΕΝΙΑΣ

Μποχώτη Γεωργία

Εξάμηνο: 9ο

ΑΜ: 11703

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή

1.1 Δίκτυα Νέας Γενιάς και μοντέλο αναφοράς OSI

1.2 Περιγραφή των δικτύων νέας γενιάς

1.3 Αρχιτεκτονική

1.4 Επίπεδο υπηρεσιών (Service Layer)

1.4.1 Επίπεδο ελέγχου ή διαχείρισης δικτύου (Control Layer-Management Layer)

1.4.2 Επίπεδο μεταφοράς (Transport Layer)

1.4.3 Επίπεδο πρόσβασης (Access Layer)

1.5 Λειτουργίες ελέγχου

2. Οι κύριοι παράγοντες για τα Δίκτυα Νέας Γενιάς

2.1. Η ετερογένεια της τηλεπικοινωνιακής υποδομής.

2.1. Η ετερογένεια της τηλεπικοινωνιακής υποδομής.

2.2. Αυξανόμενος ανταγωνισμός από άλλους τομείς.

2.3. Η πτώση των πωλήσεων των κλήσεων.

2.4. Προγραμματισμένοι Στόχοι - Μείωση του κόστους και νέες πηγές εισοδήματος.

2.4.1. Η μείωση του κόστους.

2.4.2. Νέες πηγές εισοδήματος.

2.5. Τα οφέλη για τους πελάτες

3. Τα πρότυπα του ITU ΔΝΓ

3.1. GSI-NGN Concept

3.2. Λειτουργική αρχιτεκτονική

3.3. GSINGN Έκδοση 2

4. TISPAN NGN

4.1. TISPAN NGN Έννοια

4.1.1. Επίπεδο υπηρεσιών

4.1.2. Επίπεδο Μεταφοράς

4.1.3. Εξοπλισμός Χρήστη

5. Femto-Κυψέλες, Προτυποποίηση στο 3GPP

5.1 Οδηγοί, Κίνητρο, και η σημασία της προτυποποίησης.

5.2 Πτυχές Εξυπηρέτησης

5.3 Πτυχές της τεχνολογίας των ραδιοσυχνοτήτων

5.3.1 Μετριάσμός παρεμβολών ραδιοσυχνοτήτων αλλαγές στο περιβάλλον των ραδιοσυχνοτήτων.

5.3.2 Η ρυθμιστική πτυχή

5.3.3 Ανίχνευσης Τοποθεσίας

5.4 Ανάπτυξη οικοσυστήματος

5.5 Ιστορία της προτυποποίησης

5.6 Επισκόπηση των οργανισμών προτύπων που εμπλέκονται στο έργο των τρεχόντων προτύπων

5.7 UMTS 3GFemto Προτυποποίηση στο 3GPP

5.7.1 Αρχιτεκτονική και ορολογία

5.7.2 Iuh

5.8 Ραδιοσυχνότητες και θέματα ελάχιστης απόδοσης

5.9 Υπηρεσίες κυκλώματος και πακέτου

5.10 Ζητήματα Ασφάλειας

5.10.1 Πιστοποίηση συσκευής HNB

5.10.2 Κρυπτογράφηση

5.11 QoS – Ποιότητα Υπηρεσιών

5.12 Διαχείριση

6. Εξοικονόμηση Ενέργειας με τη χρήση Machine-to-Machine Επικοινωνίες

6.1 Ενεργειακή Εξοικονόμηση AF Αναμετάδοσης υπό Περιορισμούς Σφάλματος Απόδοσης με Εφαρμογή σε M2M Δίκτυα

6.2 Αλγόριθμοι Ενεργειακής Εξοικονόμησης και Αξιολογήσεις για Διαχείριση Μαζικής Πρόσβασης σε M2M Επικοινωνίες Κυψέλης

6.3 Ενεργειακή Εξοικονόμηση Τυχαίας Πρόσβασης για Machine to Machine Επικοινωνίες

6.4 Η αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρήση του Διαχωρισμού Καναλιών.

6.5 Ενεργειακή Εξοικονόμηση μέσω του Ελεγχου Μαζικής Πρόσβασης και Συστημάτων Κατανομής Πόρων για M2M Επικοινωνίες σε OFDMA Δίκτυα Κυψελών

6.6 Έλεγχος Μαζικής Πρόσβασης και Κατανομής Ισχύος σε Εξασθενούμενο Κανάλι για τη Σύνδεση COOR-TO-BS.

6.7 ENERSIP πλατφόρμα με βάση τις M2M για την εξοικονόμηση ενέργειας μεταξύ ενεργειακά θετικών γειτόνων

6.8 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ENERSIP

6.9 Machine to Machine Επικοινωνίες για Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Σπιτιού σε έξυπνο δίκτυο

1. Εισαγωγή

Η αγορά των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών διέρχεται σήμερα μια διαρθρωτική αλλαγή. Τα κλασικά δίκτυα τηλεπικοινωνιών σχεδιάζονται και υλοποιούνται για τη μεταφορά συγκεκριμένων δεδομένων, όπως τηλεφωνικές κλήσεις ή κανονικά πακέτα δεδομένων. Η πρόσφατη αύξηση του ανταγωνισμού, νέες απαιτήσεις για την αγορά και τις τεχνολογικές εξελίξεις έχουν αλλάξει ριζικά την παραδοσιακή στάση του κλάδου των τηλεπικοινωνιών. Ο παρόν κλάδος χαρακτηρίζεται από την ταχεία ανάπτυξη των ευρυζωνικών συνδέσεων, τις διαδικασίες σύγκλισης των διαφόρων τεχνολογιών δικτύου και την ανάδειξη ενός ενιαίου προτύπου IP για ατομική και μαζική επικοινωνία.

Παραδοσιακοί φορείς τηλεπικοινωνιών έχουν βρεθεί αντιμέτωποι με μια σειρά από νέες προκλήσεις. Συγκεκριμένα, η προηγούμενη επιτυχημένη καθορισμένου δικτύου επιχείρηση τους δέχεται όλο και περισσότερες πιέσεις. Οι νέες δυνατότητες επικοινωνίας, όπως η επικοινωνία μέσω του Διαδικτύου, αλλά και των αυξανόμενων μεριδίων της στην αγορά της κινητής τηλεφωνίας προκαλούν μεγάλη ανησυχία.

Για να αντισταθμιστούν αυτές τις απώλειες, οι φορείς εκμετάλλευσης του δικτύου επενδύουν περισσότερο στην μοχλό ανάπτυξης, τις ευρυζωνικές συνδέσεις. Η ομαδοποίηση του τηλεφώνου, του διαδικτύου και τηλεόρασης - γνωστή στον κλάδο των τηλεπικοινωνιών ως Triple Play Υπηρεσία - έχει μετακινηθεί στο προσκήνιο αυτών των νέων επιχειρηματικών μοντέλων. Τα παραδοσιακά γνωστά όρια της αγοράς των καθορισμένων δικτύων, της κινητής τηλεφωνίας και των δικτύων δεδομένων εξαφανίζονται όλο και πιο γρήγορα. Αυτό δίνει στον πελάτη το πλεονέκτημα ότι μπορεί να καλέσει σε ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα υπηρεσιών, ανεξάρτητα από την τεχνολογία πρόσβασής του. Η εξέλιξη αυτή απαιτεί μια μετα-υποδομή πέρα από τα υπάρχοντα αξαρτώμενα δίκτυα - ένα κεντρικό δίκτυο, για όλα τα δίκτυα πρόσβασης. Αυτό το νέο δίκτυο ονομάζεται Next Generation Network (Δίκτυο Νέας Γενιάς). Το πρωτόκολλο Διαδικτύου είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας ολοκλήρωσης, διότι είναι διαθέσιμο σε παγκόσμιο επίπεδο και, τουλάχιστον κατ' αρχήν, μπορεί να χρησιμοποιήσει σχεδόν όλες τις υπηρεσίες και εφαρμογές σε όλα τα δίκτυα.

1.1 Δίκτυα Νέας Γενιάς και μοντέλο αναφοράς OSI

Γνωρίζουμε ότι τα δίκτυα νέας γενιάς υπακούουν στο μοντέλο αναφοράς OSI. Στη συνέχεια ακολουθεί μια σύντομη αναφορά στη διαστρωμάτωση του μοντέλου OSI. Το φυσικό επίπεδο που αποτελεί και το πρώτο επίπεδο του μοντέλου OSI δεν έχει εφαρμογές στα δίκτυα νέας γενιάς. Το επόμενο επίπεδο το στρώμα πρόσβασης σχετίζεται με την πιστοποίηση δικτύου, την εξουσιοδότηση, τη διαχείριση IP καθώς και την διαμόρφωση υπηρεσιών. Μπορούμε να προσθέσουμε ότι σε αυτό το επίπεδο επιτυγχάνεται ο έλεγχος κίνησης ανά ροή IP. Ακολουθεί το επίπεδο μεταφοράς. Στο εν λόγω επίπεδο επιτυγχάνεται QOS-enabled η οποία λειτουργεί διαφορετικά ανά υπηρεσία. Ακολουθεί το επίπεδο ελέγχου που βασικό ρόλο έχει τον έλεγχο συνόδου υπηρεσιών για υπηρεσίες πραγματικού χρόνου. Στο συγκεκριμένο επίπεδο γίνεται η πιστοποίηση υπηρεσιών, ο έλεγχος πρόσβασης καθώς και η διαλειτουργικότητα πρωτοκόλλων. Κλείνοντας την αναφορά μας στο μοντέλο OSI θα προσθέσουμε και το επίπεδο αναφορών και υπηρεσιών το οποίο αποτελεί το επίπεδο επιχειρηματικής λογικής υπηρεσιών. Σε αυτό υπάρχουν μια σειρά από πλατφόρμες IP που ως βασικό τους μέλημα έχουν την προσφορά υπηρεσιών στο χρήστη.

1.2 Περιγραφή των δικτύων νέας γενιάς

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει ένα δίκτυο νέας γενιάς αποτελεί πακέτο που έχει τη δυνατότητα παροχής υπηρεσιών λόγω χάρη τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που είναι σε θέση να αξιοποιήσουν τις ευρυζωνικές συνδέσεις καθώς και την ποιότητα των υπηρεσιών. Σε αυτό το σημείο θα μπορούσαμε να προσθέσουμε ότι οι υπηρεσίες που σχετίζονται λειτουργούν ανεξάρτητες από μεταφορές παρόμοιων τεχνολογιών. Επιπροσθέτως έχει την τάση να δίνει απεριόριστη πρόσβαση σε ποικίλες υπηρεσίες. Όσον αφορά το πρακτικό κομμάτι χωρίζεται σε τρεις επιμέρους αρχιτεκτονικές αλλαγές που θα δούμε παρακάτω:

- i) Τον πυρήνα του δικτύου
- ii) Το ενσύρματο δίκτυο πρόσβασης
- iii) Το δίκτυο πρόσβασης καλωδίων

Στη συνέχεια θα γίνει μια αναφορά στις παραπάνω αρχιτεκτονικές. Ο πυρήνας του δικτύου συγχέεται με την ενοποίηση διάφορων υπηρεσιών του δικτύου μεταφοράς. Αυτό συνεπάγεται μεταξύ άλλων, τη μεταφορά της φωνής από ένα κύκλωμα μεταγωγής PSTN σε VOLP. Επιπλέον την αναμετάδοση πακέτου ανάμεσα στα δύο δίκτυα. Ακολουθεί το ενσύρματο δίκτυο πρόσβασης. Συγχέεται με τη μετάβαση από ένα σύστημα φωνής στην εγκατάσταση XDL όπου της DSLAM έχουν την ικανότητα να ενσωματώνουν θύρες φωνής καθώς και VOIP. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η αφαίρεση φωνής της υποδομής. Ακολουθεί το δίκτυο πρόσβασης καλωδίου όπου καθίσταται εφικτή η μετανάστευση της σταθερής φωνής ρυθμό bit σε cable labs packet cable. Τα προαναφερθέντα παρέχουν μία πληθώρα υπηρεσιών, μερικές εκ των οποίων είναι VOIP και SIP. Κλείνοντας την αναφορά μας στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο θα αναφέρουμε ότι όσον αφορά την περιγραφή υπάρχει ένας βασικός διαχωρισμός μεταξύ της συνδεσιμότητας του δικτύου καθώς και τις υπηρεσίες που εκτελούνται στην κορυφή της μεταφοράς. Συνοψίζοντας κάθε φορά που ένας πάροχος θα ήθελε να επιτρέψει μια νέα υπηρεσία θα έχει τη δυνατότητα να το επιτύχει στο στρώμα υπηρεσιών παραβλέποντας το στρώμα μεταφοράς. Οι περισσότερες εφαρμογές

όπως η εφαρμογή της φωνής έχουν την τάση να λειτουργούν ανεξάρτητα από το δίκτυο πρόσβασης και να εφαρμόζονται περισσότερο στις συσκευές του χρήστη.

1.3 Γενικά χαρακτηριστικά

Τα δίκτυα νέας γενιάς αναμένεται να επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στις ενσύρματες και ασύρματες τηλεπικοινωνίες. Στις ενσύρματες τηλεπικοινωνίες η εφαρμογή τεχνολογιών με βάση τις οπτικές ίνες προβλέπεται ότι θα αντικαταστήσει την καλωδίωση σχεδόν εξ ολοκλήρου που ήταν βασισμένη στο χαλκό. Στον τομέα των ασύρματων δικτύων οι αλλαγές έχουν ως στόχο τη μεγαλύτερη απόδοση και αξιοπιστία στις ευρυζωνικές υπηρεσίες. Η υφιστάμενες τεχνολογίες θα παίξουν το μεγαλύτερο ρόλο στη δικτυακή υποδομή τα επόμενα χρόνια και έτσι οι χρήστες του δικτύου θα έχουν ταχύτητες πρόσβασης από 100 Mb/s έως 1 Gb/s στις ενσύρματες συνδέσεις και από 10Mb/s έως 100Mb/s στις ασύρματες συνδέσεις. Επομένως τα δίκτυα νέας γενιάς θα χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη απόδοση, αποτελεσματικότητα, θα προσαρμόζονται και θα εξελίσσονται στα νέα δεδομένα και θα επιτελούν περισσότερες λειτουργίες. Οι χρήστες των δικτύων νέας γενιάς θα έχουν ποικιλομορφία υπηρεσιών ψυχαγωγίας, επικοινωνίας, internet από πολλές και διαφορετικές παροχές υπηρεσιών. [Amendola & Pupillo, 2007]

1.3 Αρχιτεκτονική

Με τον όρο αρχιτεκτονική δεν μπορούμε εύκολα να προσδιορίσουμε τα δίκτυα νέας γενιάς. Αναφερόμαστε κυρίως σε δίκτυα που διαχωρίζονται ανάλογα με τις υπηρεσίες τους και τη μεταφορά τους. Σε προηγούμενη υποκεφάλαιο έχουμε αναφέρει ότι η διαστρωμάτωση των επιπέδων υπακούει στους κανόνες του OSI. Γνωρίζουμε ότι το OSI χωρίζεται σε 7 επίπεδα, όπου κάθε επίπεδο χρησιμοποιείται από διαφορετικές υπηρεσίες, λειτουργίες και πρωτόκολλα. Θα πρέπει να αναφέρουμε όμως ότι από τον παραπάνω διαχωρισμό καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε κάποια προβλήματα:

- i) Ο αριθμός επιπέδων δεν θα είναι πάντα 7 .
- ii) Οι λειτουργίες κάθε επιπέδου σε ορισμένες περιπτώσεις είναι πιθανότατα διαφορετικές από του OSI.
- iii) Ορισμένες συνθήκες και προσδιορισμοί του OSI δεν ισχύουν.
- iv) Ορισμένα από τα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιήσουν πιθανότατα θα διαφέρουν.

Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι λειτουργίες θα μοιράζονται διαφορετικά και σε λιγότερα ή περισσότερα επίπεδα και όχι όπως είναι καταναμημένα στο OSI. Πρέπει να αναφέρουμε ότι οι ερευνητές που έχουν ασχοληθεί με το θέμα των δικτύων νέας γενιάς υπογραμμίζουν ότι η αρχιτεκτονική πρέπει να βασίζεται σε ανοιχτές διασυνδέσεις και πρωτόκολλα. Συμπληρωματικά, θα αναφέρουμε ότι απαραίτητη προϋπόθεση είναι να είναι καταναμημένη και ελαστικότερη. Για τον παραπάνω λόγο θα ελαχιστοποιηθεί το κόστος εγκατάστασης.

1.4. Επίπεδο υπηρεσιών (Service Layer)

Το επίπεδο υπηρεσιών έχει ως βασικό του μέλημα την ενασχόληση με τις υπηρεσίες καθώς και τις εφαρμογές στο δίκτυο. Για το λόγο αυτό απαραίτητη προϋπόθεση είναι να υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός. Οφείλουμε να αναφέρουμε σε αυτή την περίπτωση ότι οι υπηρεσίες θα είναι διαθέσιμες σε ολόκληρο το δίκτυο, συνεπώς δεν μας ενδιαφέρει η θέση που θα βρίσκεται ο χρήστης μέσα σε αυτό. Για να επιτύχουμε

τη μέγιστη αποδοτικότητα απαιτείται η ενοποίηση του εξοπλισμού παροχής υπηρεσιών να είναι κατανοητή. Συμπληρωματικά, θα αναφέρουμε ότι οι υπηρεσίες που θα υποστηρίζονται σε αυτό το επίπεδο θα είναι φωνής δεδομένων και πολυμέσων.

1.4.1 Επίπεδο ελέγχου ή διαχείρισης δικτύου (Control Layer-Management Layer)

Βασικός σκοπός του επιπέδου ελέγχου ή διαχείρισης δικτύου είναι η αλληλεπίδραση με τα 4 λειτουργικά επίπεδα. Ουσιαστικά δεν αλληλεπιδρά μόνο με το επίπεδο πρόσβασης και μεταφοράς αλλά και με ανώτερα επίπεδα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρέχει πρόσβαση καθώς και να μοιράζει τους πόρους στο δίκτυο. Μερικά παραδείγματα λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στο επίπεδο ελέγχου είναι: Ο έλεγχος της ασφαλείας κυκλοφορίας, η παροχή χρήσης μιας υπηρεσίας, η αναγνώριση και πιστοποίηση του χρήστη κ.τ.λ.. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι οι προαναφερθείσες λειτουργίες μπορούν να διαχωριστούν σε 2 μεγάλες κατηγορίες. Στη λειτουργία ελέγχου που σχετίζεται με τις υπηρεσίες καθώς και τους χρήστες τους και σε υπηρεσίες ελέγχου που σχετίζονται με το δίκτυο και τις υποδομές μεταφοράς.

1.4.2 Επίπεδο μεταφοράς (Transport Player)

Στο επίπεδο μεταφοράς, βασική λειτουργία είναι η μεταφορά και δρομολόγηση της κυκλοφορίας του δικτύου. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι βασίζεται στην τεχνολογία μεταγωγής πακέτων. Σε αυτό το σημείο θα συμπληρώσουμε ότι η επιλογή της παραπάνω τεχνολογίας θα απαγορευτεί από την αγορά και από την πρόοδο της τεχνολογίας τα επόμενα χρόνια. Με αυτόν τον τρόπο θα εξασφαλιστεί τόσο η διαφάνεια όσο και η ποιότητα των υπηρεσιών.]

1.4.3 Επίπεδο πρόσβασης (Access Layer)

Στο επίπεδο πρόσβασης, βασική λειτουργία είναι η σύνδεση των επιμέρους δικτύων και συσκευών στο βασικό δίκτυο μεταφοράς. Σε αυτό το επίπεδο επιτυγχάνεται η πρόσβαση στο δίκτυο με χρήση οποιασδήποτε τεχνολογίας των υπαρχόντων δικτύων. Ολοκληρώνοντας την αναφορά μας στο επίπεδο πρόσβασης θα αναφέρουμε ότι εξασφαλίζεται η πλήρης ενοποίηση των υπαρχόντων δικτύων.

1.5 Λειτουργίες ελέγχου

Όσον αφορά τις λειτουργίες ελέγχου απαιτείται η άριστη υποστήριξη πολυμεσικών και άλλων εφαρμογών συνδυαστικά με την κινητικότητα. Αυτό συμβαίνει διότι οι υπηρεσίες εξαρτώνται από τον προσεκτικό εντοπισμό μέσω των λειτουργιών ελέγχου, Θα συμπληρώσουμε σε αυτό το σημείο ότι τόσο η προσεκτική ανάλυση όσο και η μελέτη που σχετίζεται με τις υπηρεσίες του χρήστη αποτελεί βασικό μέρος για το σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής ενός δικτύου νέας γενιάς. Μια σημαντική κατηγοριοποίηση των λειτουργιών ελέγχου είναι αυτή των λειτουργιών που σχετίζονται με τον έλεγχο υπηρεσιών καθώς και αυτές που σχετίζονται με τα δίκτυα μεταφοράς. Υπάρχει μια πληθώρα υποκατηγοριών που ανήκουν σε αυτές τις κατηγορίες.

Λειτουργίες Δικτύου Μεταφοράς:

- i) Έλεγχος πρόσβασης στο δίκτυο
- ii) Έλεγχος πόρων δικτύου
- iii) Παροχή δυναμικής διαχείρισης

Λειτουργίες Ελέγχου Υπηρεσιών:

- i) Πιστοποίηση χρήστη
- ii) Έλεγχος πρόσβασης υπηρεσίας .

2. Οι κύριοι παράγοντες για τα Δίκτυα Νέας Γενιάς

Η ετερογένεια των υποδομών, ο εντεινόμενος ανταγωνισμός και η πτώση των πωλήσεων των κλήσεων μπορεί να θεωρηθεί προς το παρόν ως η πρωταρχική απειλή για τη βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών. Οι καθιερωμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων βρίσκονται αναγκασμένοι να επανεξετάσουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα και να μετατρέψουν τις υποδομές τους σε μια πλατφόρμα πλήρως IP-based, το Δίκτυο Νέας Γενιάς. Ο γενικός στόχος είναι να μειωθεί το κόστος και να δημιουργήσει νέες πηγές εσόδων, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.1.

2.1. Η ετερογένεια της τηλεπικοινωνιακής υποδομής.

Τα σύγχρονα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα αποτελούνται από διάφορες ενσύρματες και ασύρματες τεχνολογίες: τα δορυφορικά και τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, όπως το GSM / UMTS, τα δημόσια τηλεφωνικά δίκτυα, τα ασύρματα τοπικά δίκτυα, όπως τα ασύρματα δίκτυα LAN και Bluetooth, τα σταθερά δίκτυα όπως το Ethernet και τα δίκτυα οπτικών ινών.

Στην παραδοσιακή υποδομή δικτύου, η εισαγωγή νέων υπηρεσιών και εφαρμογών μπορεί να είναι μια επίπονη και δαπανηρή διαδικασία. Για παράδειγμα, μια ιδέα για την δημιουργία καινοτόμων υπηρεσιών μπορεί να διαρκέσει από 6 έως 18 μήνες. Η διαδικασία αυτή απαιτεί υψηλό κόστος προσωπικού. Πολλές λειτουργίες στο δίκτυο πρέπει να ρυθμιστούν με το χέρι, προκειμένου να εφαρμοστούν τα νέα χαρακτηριστικά. Επιπλέον, η ποικιλία των δικτύων και οι ετερογενείς συνδρομητές τερματικές συσκευές κάνουν την παροχή της υποδομής ανεξάρτητων υπηρεσιών δυσχερέστερη. Ως εκ τούτου, οι υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μέσω συγκεκριμένων δικτύων και προσαρμόζονται κατάλληλα τερματικές συσκευές όπως τα τηλέφωνα καθορισμένου δικτύου, τα κινητά τηλέφωνα, οι τηλεοράσεις, κλπ.

Ο αυξανόμενος αριθμός υπηρεσιών οδήγησε σε αύξηση των πλατφορμών που απαιτούνται για την παροχή, η οποία με τη σειρά της έχει αυξήσει την πολυπλοκότητα της συνολικής υποδομής. Τα προβλήματα της διαλειτουργικότητας μεταξύ των διαφόρων συστημάτων γίνονται όλο και πιο σοβαρά, και αυτή η αυξανόμενη πολυπλοκότητα θέτει επίσης μεγαλύτερες απαιτήσεις από το προσωπικό. Η διατήρηση αυτών των πλατφορμών συνεπάγεται υψηλό ετήσιο κόστος λειτουργίας για τους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων. Εδραιωμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων συχνά διατηρούν 15 έως 20 διαφορετικές πλατφόρμες με εκατοντάδες κεντρικούς διακόπτες, γεγονός που αναπόφευκτα οδηγεί σε εξαιρετικά υψηλές δαπάνες προσωπικού.

2.2. Αυξανόμενος ανταγωνισμός από άλλους τομείς.

Κατά κανόνα, τα δίκτυα, όπως η κινητή τηλεφωνία, τα δίκτυα δεδομένων και τα σταθερά δίκτυα κυριαρχούνται από διάφορους προμηθευτές. Η παροχή υπηρεσιών και προϊόντων σε αυτά τα δίκτυα απαιτεί αλληλεπίδραση των διαφόρων, συμπληρωματικών στοιχείων. Υπό την έννοια αυτή, είναι αναγκαίο να γίνει διάκριση μεταξύ των επιπέδων προστιθέμενης αξίας όπως το υλικό, η πρόσβαση στο δίκτυο, οι εφαρμογές και το περιεχόμενο. Η αυξημένη χρήση των δικτύων που βασίζονται στην IP για την παροχή εφαρμογών και υπηρεσιών που επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων, ψηφιακών αλυσίδων προστιθέμενης αξίας.

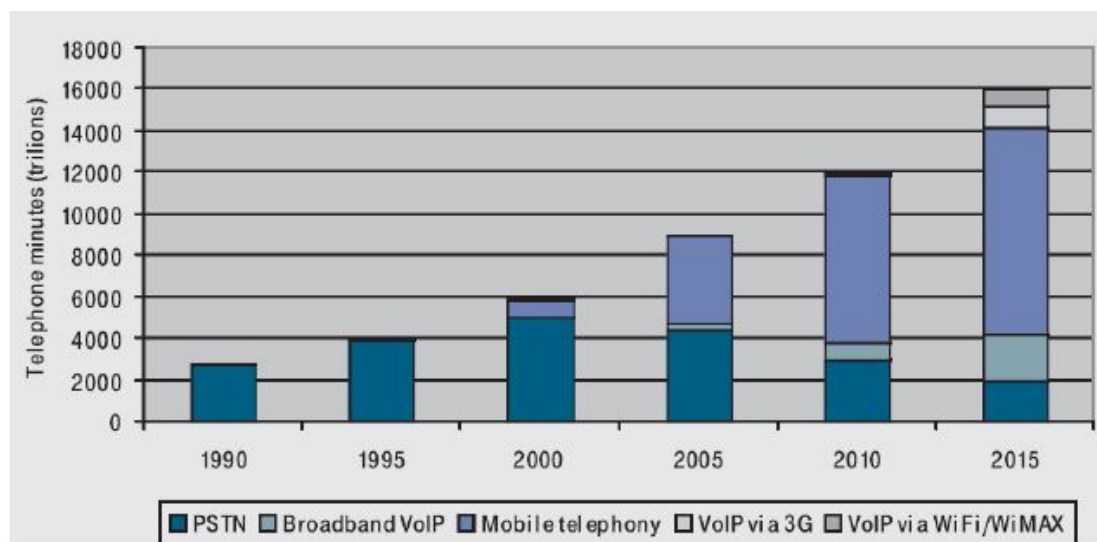
Τα οράματα της σταδιακής σύγκλισης των σταθερών δικτύων, της κινητής τηλεφωνίας και του Διαδικτύου έχουν μια κρίσιμη επίδραση στην ανάπτυξη αυτού του τομέα. Στη μελλοντική αγορά, το ευρύτερο δυνατό φάσμα των ρόλων θα είναι διαθέσιμα για διάφορους παίκτες. Αυτό θα απειλήσει ιδιαίτερα την ηγετική θέση των καθιερωμένων φορέων εκμετάλλευσης δικτύου στην αγορά των τηλεπικοινωνιών. Εκτός από τους φορείς εκμετάλλευσης σταθερών δικτύων και κινητών τηλεφώνων, εταιρείες από άλλους τομείς θα εδραιώσουν επίσης τον εαυτό τους στο μέλλον σε αυτή την συγκλίνουσα αγορά. Οι προμηθευτές «πύλης» με ισχυρά εμπορικά σήματα και ισχυρή χρηματοοικονομική υποστήριξη - συμπεριλαμβανομένων των Google, το MSN, το eBay και το Yahoo - σχεδιάζουν να διεισδύσουν στην φωνή και την υποδομή των επιχειρήσεων. Θα πρέπει επίσης να συνοδεύεται από φορείς εκμετάλλευσης καλωδιακών δικτύων και των εταιρειών που παρέχουν περιεχόμενο πολυμέσων, όπως η Microsoft.

Η σύγκλιση αυτή ως εκ τούτου παράγει σχεδόν αναπόφευκτες συγκρούσεις και τα ασυμβατότητες. Οι τεχνολογίες και οι δυνάμεις της αγοράς συγκρούονται μεταξύ τους. Οι συμμετέχοντες στην αγορά παραγκωνίζουν κάθε άλλον έξω και υπερασπίζονται τις θέσεις τους σε μεγάλο βαθμό. Κατά τη διάρκεια αυτής της σύγκλισης, η αξία του δικτύου των επιχειρήσεων θα μειωθεί σταδιακά και το εύρος των υπηρεσιών θα κάνει μια πολύ μεγαλύτερη συνεισφορά στις πωλήσεις στον τελικό πελάτη. Παραδοσιακά οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων θα πρέπει να επανεξετάσουν το επιχειρηματικό τους μοντέλο και επίσης τη θέση του εαυτούς τους πολύ πιο έντονα στα ανώτερα επίπεδα της αλυσίδας προστιθέμενης αξίας.

2.3. Η πτώση των πωλήσεων των κλήσεων.

Η αύξηση του ανταγωνισμού λόγω της ελευθέρωσης των αγορών και η άφιξη των συμμετεχόντων στην αγορά από άλλους τομείς προκαλούν μεγάλη ανησυχία στους φορείς των πρώην κρατικών μονοπωλίων. Το κλασική επιχείρηση τηλεφωνίας, που είναι γνωστή ως ένα δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο (PSTN), είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική. Η χρυσή εποχή της επιχείρησης με υψηλά περιθώρια κέρδους με τα έσοδα στα δισεκατομμύρια που βασίζονται στην κλασικές τηλεφωνικές κλήσεις είναι σαφώς τελειωμένη. Το σχήμα παρακάτω δείχνει την εκτιμώμενη εξέλιξη του παγκόσμιου αριθμού των τηλεφωνικών λεπτών από το 1990 και μερικές προβλέψεις

για τις τάσεις της αγοράς μέχρι το 2015. Παρά την τρέχουσα πτώση των λεπτών του σταθερού δικτύου, αναμένεται μια ισχυρή ανάπτυξη στο σύνολο των τηλεφωνικών λεπτών. Οι ειδικοί βλέπουν ιδιαίτερα μεγάλες δυνατότητες όσον αφορά τη χρήση του πρωτοκόλλου διαδικτύου για τις τηλεφωνικές κλήσεις. Το λεγόμενο Voice over IP (VoIP) είναι δυνατόν να υπάρξει σε όλα τα δίκτυα που βασίζονται στην IP.



Ενώ οι κλήσεις καθορισμένου δικτύου εμφανίζουν στασιμότητα, η κινητή τηλεφωνία απολαμβάνει ισχυρή ανάπτυξη. Οι φορείς καθορισμένου δικτύου φοβούνται μεγάλο κύμα ακυρώσεων των συνδέσεων του καθορισμένου δικτύου. Η αύξηση των ζημιών στην εγχώρια αγορά καθορισμένου δικτύου αναγκάζει επομένως τις επιχειρήσεις να αναπτύξουν νέες στρατηγικές για να εξασφαλίσουν το μέλλον τους και να ενισχύσουν την κερδοφορία τους. Καμία περαιτέρω αύξηση δεν μπορεί να αναμένεται από τις πωλήσεις μόνο από κλήσεις.

2.4. Προγραμματισμένοι Στόχοι - Μείωση του κόστους και νέες πηγές εισοδήματος.

Οι καθιερωμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων επιδιώκουν δύο βασικούς στόχους με το ΔΝΓ. Από τη μία πλευρά, η βελτιστοποίηση των δικτύων και της τεχνολογίας θα πρέπει να ανοίξει εξαιρετικές δυνατότητες για εξοικονόμηση κόστους. Από την άλλη πλευρά, σκοπεύουν να εκμεταλλευτούν νέες πηγές εισοδήματος με το μελλοντικό δίκτυο. Το σχέδιο είναι να δημιουργηθεί μια εντελώς νέα μορφή επικοινωνίας για τους πελάτες.

2.4.1. Η μείωση του κόστους.

Με το ΔΝΓ, οι καθιερωμένοι φορείς δικτύων σχεδιάζουν να αναπτύξουν μια βιώσιμη υποδομή που θα παραμείνει ανταγωνιστική σε ένα συγκλίνον περιβάλλον. Ο πρωταρχικός στόχος θα είναι σχετικός με τις δυνατότητες για την εξοικονόμηση κόστους. Οι εξοικονομήσεις αυτές θα πρέπει να παράγονται με το συγκετρωθούν σε

ένα ενιαίο σύστημα τεχνολογίας και με την συνακόλουθη μείωση των χώρων της τεχνολογίας και των χώρων τεχνικού εξοπλισμού. Μια ενιαία υποδομή είναι πιο εύκολο να διατηρηθεί. Ως εκ τούτου, η απλοποίηση του συστήματος τεχνολογίας θα προωθήσει τη μείωση των δαπανών προσωπικού. Επιπλέον, τα ανταλλακτικά θα είναι απαραίτητα για μία και μόνο μορφή της τεχνολογίας των δικτύων.

Επιπλέον, η αρθρωτή δομή του ΔΝΓ θα θέσει τα θεμέλια για την απλή και αποδοτική ανάπτυξη των μελλοντικών υπηρεσιών. Δεν θα είναι πλέον αναγκαία για την εκτέλεση της νέας ανάπτυξης και της εγκατάστασης των δικτύων για τις συγκεκριμένες υπηρεσίες. Η ανοικτή πλατφόρμα θα επιτρέψει επίσης την ταχεία εφαρμογή των λύσεων σχετικά με τον πελάτη. Για παράδειγμα, οι αιτήσεις από τους φορείς εκμετάλλευσης δικτύων και άλλοι ειδικοί μπορούν να εισαχθούν πιο εύκολα στην τυποποιημένη αρχιτεκτονική του ΔΝΓ χρησιμοποιώντας Περιβάλλοντα Δημιουργίας Υπηρεσία(Service Creation Environments). Οι προκαθορισμένες λειτουργίες της βιβλιοθήκης θα χρησιμοποιηθούν μέσω μιας Εφαρμογής Προγραμματισμού Διεπαφής (API) για να ενεργοποιηθεί μια πύλη και έτσι τελικά να διεξάγει δράσεις στο δίκτυο.

Σύμφωνα με ορισμένες προβλέψεις η μετάβαση σε μία ομοιογενή πλατφόρμα IP που υποστηρίζει όλες τις υπηρεσίες θα επιτρέψει ετήσια εξοικονόμηση κόστους έως και 30 τοις εκατό. Αναμένεται ότι αυτό θα πάρει κάποιο χρόνο πριν από η δυναμική μείωση του κόστους γίνει αισθητή λόγω της αποτελεσματικότερη διαχείριση του δικτύου. Η διαδικασία θα διαρκέσει αρκετά χρόνια. Πέρα από οτιδήποτε άλλο, ο τεχνικός εξοπλισμός θα πρέπει να αντικατασταθεί σε όλα τα χρηματιστήρια σε ολόκληρο το εθνικό δίκτυο. Όπως επίσης και ότι οι εργαζόμενοι θα πρέπει να μετεκπαιδευτούν να λειτουργήσουν στο νέο περιβάλλον δικτύου. Ένα σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα παράλληλης λειτουργίας με τα ήδη υπάρχοντα, ως επί το πλείστον δίκτυα PSTN θα είναι αναγκαίο προτού να μπορούν σταδιακά να αντικατασταθούν από τα δίκτυα με την IP. Οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσω των παραδοσιακών δικτύων θα πρέπει να παρέχονται για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, μέσω εξομοίωσης ή προσομοίωσης. Οι χρήστες θα είναι σε θέση να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν τις παρούσες τερματικές συσκευές τους. Ακόμα κι έτσι, κατάλληλες τερματικές συσκευές θα πρέπει να αναπτυχθούν για να χρησιμοποιηθούν όλες τις λειτουργίες των επικείμενων νέων υπηρεσιών.

2.4.2. Νέες πηγές εισοδήματος.

Εδραιωμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων βλέπουν τη δυνατότητα νέου εισοδήματος ως ένα άλλο κίνητρο για την προώθηση του ΔΝΓ. Όλο και περισσότερες καινοτομίες με νέες ευκαιρίες πωλήσεων που αναμένονται στον τομέα των υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Η ανάπτυξη της αγοράς προσφέρει ένα φάσμα τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών που έχουν δοκιμαστεί και ελεγχθεί ή δεν έχουν ακόμη ωριμάσει. Για παράδειγμα, αυτά περιλαμβάνουν την τηλεόραση, τις υπηρεσίες πληροφοριών, την τηλε-μάθηση και διδασκαλία, τα online παιχνίδια, την εικονική

πραγματικότητα, τις business-to-business υπηρεσίες, την επιχείρηση της τηλεόρασης, την βιντεοδιάσκεψη, κ.λπ.

Ωστόσο, οι απόψεις δίστανται σχετικά με το επίπεδο του εισοδήματος αυτού. Τα αναδυόμενα μοντέλα τιμών θα έχουν σημαντική επίδραση στην παραγωγή των νέων πωλήσεων. Σε έναν κόσμο με IP παντού, υπάρχει μικρή συσχέτιση μεταξύ των όγκων για την προσφορά και την τιμή. Αυτό μπορεί να φανεί στα οικεία τιμολόγια κατ'αποκοπή στον τομέα των ευρυζωνικών. Παρά τις απεριόριστες ποσότητες μετάδοσης, οι τιμές παραμένουν σχετικά σταθερές. Υπάρχει μια άποψη ότι μόνο η εισαγωγή καινοτόμων υπηρεσιών θα επιτρέψει καθιερωμένους φορείς δικτύων να αυξήσουν την κερδοφορία τους. Οι εδραιωμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύου θα είναι σε θέση να διπλασιάσουν τα έσοδά τους κατά μέσο όρο ανά χρήστη (ARPU) και τη μείωση της μετανάστευσης των πελατών, μεταξύ άλλων. Ως αποτέλεσμα, οι πρόσθετες επενδύσεις σε αυτή τη μελλοντική τεχνολογία θα πληρώσουν για τις ίδιες σε λιγότερο από πέντε χρόνια. Στο πλαίσιο αυτό, ωστόσο, θα πρέπει να αναφερθούμε πάλι στο flop με το UMTS. Οι καθιερωμένοι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων επένδυσαν δισεκατομμύρια για να αποκτήσουν τις άδειες και μόνο, που δεν είναι κερδοφόρες ακόμα και σήμερα.

2.5. Τα οφέλη για τους πελάτες

Η αλληλεπίδραση του ανθρώπου και της τεχνολογίας διαδραματίζει καίριο ρόλο στην εισαγωγή των προηγούμενων άγνωστων τεχνολογιών στην αγορά. Η απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχία των καινοτόμων συστημάτων πληροφοριών και των επικοινωνιών είναι η αποδοχή τους από τους πελάτες. Χαρακτηριστικά όπως το αναμενόμενο όφελος του συστήματος και η χρηστικότητα της τεχνολογίας είναι ιδιαίτερα σημαντικά.

Ένας από τους επιθυμητούς στόχους του ΔΝΓ είναι η δυνατότητα προσαρμογής των υπηρεσιών καλύτερα στις ανάγκες του πελάτη. Λόγω του μελλοντικού περιορισμού σε μία μόνο τερματική συσκευή - εξοπλισμένη με ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και υπηρεσιών - οι πελατών θα απολαύσουν με πολλούς τρόπους τις βελτιώσεις σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση. Επί του παρόντος, οι πελάτες αναμένουν τις αιτήσεις για την τηλεφωνία και τις τηλε-συνεδρίες. Αυτό το είδος της εφαρμογής θα πρέπει να είναι ανεξάρτητο από τον τύπο του δικτύου. Οι πελάτες θέλουν να έχουν περισσότερο έλεγχο πάνω από τις υπηρεσίες τους. Αυτό περιλαμβάνει τη δυνατότητα να αλλάζουν εύκολα ή να προσθέσουν υπηρεσίες, ανεξάρτητα από την τοποθεσία. Πάνω απ'όλα, όμως, η κύρια εστίαση γίνεται στην επιθυμία να μειωθεί το κόστος και έτσι υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον στις τιμές πακέτου.

Στο παρελθόν, οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων πουλούσαν σε συγκεκριμένες τερματικές συσκευές και υπηρεσίες για κάθε τύπο του τηλεπικοινωνιακού δικτύου, π.χ. μηνυμάτων κειμένου (SMS) μέσω κινητής τηλεφωνίας ή e-mail μέσω του Διαδικτύου. Λόγω της ένταξης της τηλεφωνίας, των μηνυμάτων, του βίντεο επικοινωνιών και άλλων υπηρεσιών πληροφοριών πολυμέσων τόσο στα καθορισμένα

και όσο και στα κινητά δίκτυα, κατά πάσα πιθανότητα θα είναι δυνατό να προσφέρει στον πελάτη μεγαλύτερη άνεση στο μέλλον. Θα πρέπει να αναμένεται ότι όσο μεγαλύτερο έλεγχο έχει ο πελάτης επί των δικών του υπηρεσιών, η πανταχού παρουσία του δικτύου και οι ευέλικτες μεθόδοι τιμολόγησης θα αποδειχθούν εξαιρετικά επωφελής.

- Έλεγχος: Οι τρέχουσες διαδικασίες απαιτούν μια προσωπική επικοινωνία με τον πελάτη για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση των υπηρεσιών. Το ΔΝΓ αθ πρέπει να δώσει στον πελάτη μεγαλύτερο έλεγχο επί των δικών του χαρτοφυλακίου υπηρεσιών μέσω των online διεπαφών, όπως ιστοσελίδες, για παράδειγμα. Με τον τρόπο αυτό, οι φορείς εκμετάλλευσης δικτύων και οι πάροχοι υπηρεσιών θα σώσουν το κόστος επεξεργασίας και των υπηρεσιών που θα παρέχονται στον πελάτη σε πραγματικό χρόνο.
- Πανταχού παρών: Ο όρος "παρουσία" χρησιμοποιείται συχνά στον κινητό κόσμο και περιγράφει την εξατομίκευση των υπηρεσιών. Η εξατομίκευση χαρακτηρίζει την ατομική προσαρμογή των υπηρεσιών σε ένα συγκεκριμένο χρήστη, σε αντίθεση με ομοιόμορφο πρότυπο υπηρεσιών (π.χ. την αναλογική τηλεφωνική υπηρεσία). Επιπλέον, οι υπηρεσίες πρέπει να παρέχονται ανεξάρτητα από την τοποθεσία. Το δίκτυο πρέπει να ανιχνεύσει με ποια τερματική συσκευή ο χρήστης είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο και που βρίσκεται επί του παρόντος. Οι συνδρομητικές υπηρεσίες του, στη συνέχεια παρέχονται σε αυτόν, ανεξάρτητα από τη θέση του.
- Ευελιξία στον τρόπο χρέωσης: Θα είναι δυνατό για τους φορείς εκμετάλλευσης δικτύου να χρεώνουν για τις κλιμακωτές υπηρεσίες μέσω του ΔΝΓ. Για παράδειγμα, στον πελάτη θα μπορούσε να παρέχεται μόνο η καλύτερη προσπάθεια ευρυζωνικών υπηρεσιών για πλοήγηση στο Web, αλλά θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιεί ένα πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης με τις παραμέτρους QoS(Quality of Service), κατόπιν αιτήματος, για να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη ποιότητα. Το πρόσθετο κόστος μπορεί να προκύψει κατά τη λήψη μιας ταινίας, το οποίο εντάσσεται αυτόματα στο λογαριασμό του πελάτη.

Ως εκ τούτου, αναμένεται ότι τα αναμενόμενα οφέλη - κυρίως λόγω της αύξησης της ευελιξίας, της κινητικότητας και της ευκολίας - θα αυξηθούν καθώς οι συγκλίνουσες υπηρεσίες γίνονται πιο διαδεδομένες. Η αυξανόμενη εξατομίκευση των υπηρεσιών επίσης θα επηρεάσει σημαντικά τα αναμενόμενα οφέλη. Οι πληροφορίες και οι υπηρεσίες που παρέχονται θα πρέπει να προσαρμοστούν σύμφωνα με το προσωπικό πλαίσιο του κάθε πελάτη. Ωστόσο, μένει να δούμε σε ποιο βαθμό εφαρμογές και υπηρεσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με μία μόνο τερματική συσκευή χωρίς ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις. Η φιλικότητα προς το χρήστη είναι ένας αποφασιστικός παράγοντας ιδιαίτερα για τους ηλικιωμένους. Η ποικιλία των υπηρεσιών δεν πρέπει να είναι υπερβολικά τεχνικές, περίπλοκες ή ασαφείς. Στο τέλος, η επιτυχής αλληλεπίδραση μεταξύ του ανθρώπου και της τεχνολογίας συχνά αποδεικνύεται ότι είναι πολύ πιο δύσκολο από ό,τι αναμενόταν.

3. Τα πρότυπα του ITU ΔΝΓ

Οι εργασίες τυποποίησης του ΔΝΓ ξεκίνησαν το 2003 στο πλαίσιο της ITU-T, και είναι εξαπλωμένο σε όλο τον κόσμο σήμερα σε πολλά μεγάλα σωματεία τηλεπικοινωνιών τυποποίησης. Οι πιο ενεργοί αρμόδιοι για την τυποποίηση του ΔΝΓ είναι το ITU, το ETSI, το ATIS, το CJK και το TMF. Η πρωτοβουλία νέα γενιά κινητών δικτύων (NGMN) είναι ένα σημαντικό όργανο για τις δραστηριότητες σχετικά με τα κινητά δίκτυα ΔΝΓ, που είναι σημαντικοί παράγοντες για την προδιαγραφή 3GPP για την NGMN.

Για όσους ίσως δεν γνωρίζουν την ITU (Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών) είναι ένας διεθνής οργανισμός στο πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών, στην οποία οι κυβερνήσεις και ο ιδιωτικός τομέας συντονίζουν τα παγκόσμια δίκτυα και υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών. Το ITU-T είναι ο τομέας των τηλεπικοινωνιών της ITU. Η αποστολή του είναι η παραγωγή συστάσεων υψηλής ποιότητας που καλύπτουν όλους τους τομείς των τηλεπικοινωνιών.

Το 2003, με την επωνυμία JRG-NGN (Joint Rapporteur Group on NGN), ξεκίνησε η πρωτοπόρα εργασία του ΔΝΓ. Τα βασικά θέματα της μελέτης είναι:

- Οι απαιτήσεις του ΔΝΓ
- Το γενικό μοντέλο αναφοράς
- Οι λειτουργικές απαιτήσεις και η αρχιτεκτονική του ΔΝΓ
- Η εξέλιξη στο ΔΝΓ

Δύο θεμελιώδεις προτάσεις για το ΔΝΓ είναι:

- Υ.2001: «Γενική επισκόπηση των ΔΝΓ».
- Υ.2011: «Γενικές αρχές και γενικό μοντέλο αναφοράς για τα Δίκτυα Νέας Γενιάς».

Τα δύο αυτά έγγραφα αποτελούν τον βασικό σχεδιασμό και τον ορισμό του ΔΝΓ. Τον Μάιο του 2004, η FG-NGN (Ειδική Ομάδα για την Δίκτυα Νέας Γενιάς) ιδρύθηκε με σκοπό να συνεχίσει και να επιταχύνει τις δραστηριότητες του ΔΝΓ που ξεκινούν από το JRG-NGN. Το FG-NGN απηύθυνε την επείγουσα ανάγκη για μια αρχική σουίτα των παγκόσμιων προτύπων για το ΔΝΓ. Οι εργασίες τυποποίησης του ΔΝΓ ξεκίνησαν και έδωθε εντολή στο FG-NGN.

Στις 18 Νοεμβρίου 2005, το ITU-T δημοσίευσε τις προδιαγραφές του ΔΝΓ την Έκδοση 1, η οποία είναι το πρώτο παγκόσμιο πρότυπο του ΔΝΓ και αποτέλεσε ορόσημο στο έργο του ITU για το ΔΝΓ. Οι προδιαγραφές ΔΝΓ Έκδοση 1, με 30 έγγραφα, που καθορίζεται το πλαίσιο του ΔΝΓ, συμπεριλαμβανομένων των βασικών χαρακτηριστικών, της λειτουργικής αρχιτεκτονικής, την άποψη του συστατικού, την εξέλιξη του δικτύου, κλπ Είχε ελλειπή στοιχεία πρωτοκόλλου η ITU NGN Έκδοση 1 δεν είναι εφαρμόσιμη σε κάποιο επίπεδο? Ωστόσο, είναι αρκετά σαφές για να καθοδηγήσει την εξέλιξη των τηλεπικοινωνιακών δικτύων σήμερα. Με την

κυκλοφορία του ΔΝΓ Έκδοση 1, το FG-NGN έχει εκπληρώσει την αποστολή του και έκλεισε.

Μετά το FG-NGN, οι εργασίες τυποποίησης του ITU-T NGN συνεχίζονται κάτω από το όνομα του GSI-NGN (ΔΝΓ Πρωτοβουλία Παγκόσμιων Προτύπων), προκειμένου να διατηρήσει και να αναπτύξει την ορμή του FG-NGN. Παράλληλα με το FG-NGN, υπάρχουν άλλες δύο ομάδες εργασίας για τα συναφή ζητήματα του ΔΝΓ. Πρόκειται για το NGN-MFG (ΔΝΓ Focus Group Διαχείρισης) και το OCAF-FG (Open Communication Architecture Forum Focus Group), που συμβάλλει άμεσα στο GSI-NGN.

3.1. GSI-NGN Concept

Το ITU έχει ορίσει το NGN ως:

"Ένα δίκτυο που βασίζεται σε θέση να παρέχει υπηρεσίες τηλεπικοινωνιών και είναι σε θέση να κάνει χρήση των πολλαπλών ευρυζωνικών, QoS ενεργοποιημένες τεχνολογίες μεταφορών και στις οποίες οι λειτουργίες που σχετίζονται με την υπηρεσία είναι ανεξάρτητες από τις υποκείμενες τεχνολογίες που αφορούν τις μεταφορές. Προσφέρει ανεμπόδιστη πρόσβαση των χρηστών σε διάφορους φορείς παροχής υπηρεσιών. Υποστηρίζει γενικευμένη κινητικότητα, που θα επιτρέπει τη συνεπή και πανταχού παρούσα παροχή υπηρεσιών προς τους χρήστες ».

Το ΔΝΓ της ITU έχει τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

- packet-based μεταφορά
- διαχωρισμός των λειτουργιών ελέγχου μεταξύ των δυνατοτήτων κομιστή, κλήση/τηλε-συνεδρίες και εφαρμογές/υπηρεσίες
- αποσύνδεση της παροχής υπηρεσιών από τις μεταφορές και την παροχή των ανοικτών διεπαφών
- υποστήριξη σε ένα ευρύ φάσμα υπηρεσιών, εφαρμογών και μηχανισμοί που βασίζονται σε μπλοκ υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένων των υπηρεσιών του χρόνου σε πραγματικό χρόνο/συνεχούς ροής/μη πραγματικού χρόνου υπηρεσίες και πολυμέσα)
- ευρυζωνικές δυνατότητες με end-to-end QoS?
- εξασφαλίζεται η συνεργασία με τα δίκτυα κληρονομιάς μέσω ανοικτών διεπαφών
- γενικευμένη κινητικότητα
- απρόσκοπτη πρόσβαση των χρηστών σε διάφορους φορείς παροχής υπηρεσιών
- μια ποικιλία από συστήματα ταυτοποίησης
- ενιαία χαρακτηριστικά των υπηρεσιών για την ίδια υπηρεσία όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από το χρήστη
- συγκλίνουσες υπηρεσίες μεταξύ των σταθερών / κινητών
- ανεξαρτησία των λειτουργιών που σχετίζονται με τις υπηρεσίες από τις υποκείμενες τεχνολογίες μεταφορών
- υποστήριξη πολλαπλών «last mile» τεχνολογιών
- συμμόρφωση με όλες τις κανονιστικές απαιτήσεις, π.χ. σχετικά με τα επείγουσες επικοινωνίες, ασφάλεια και ιδιοκτησία

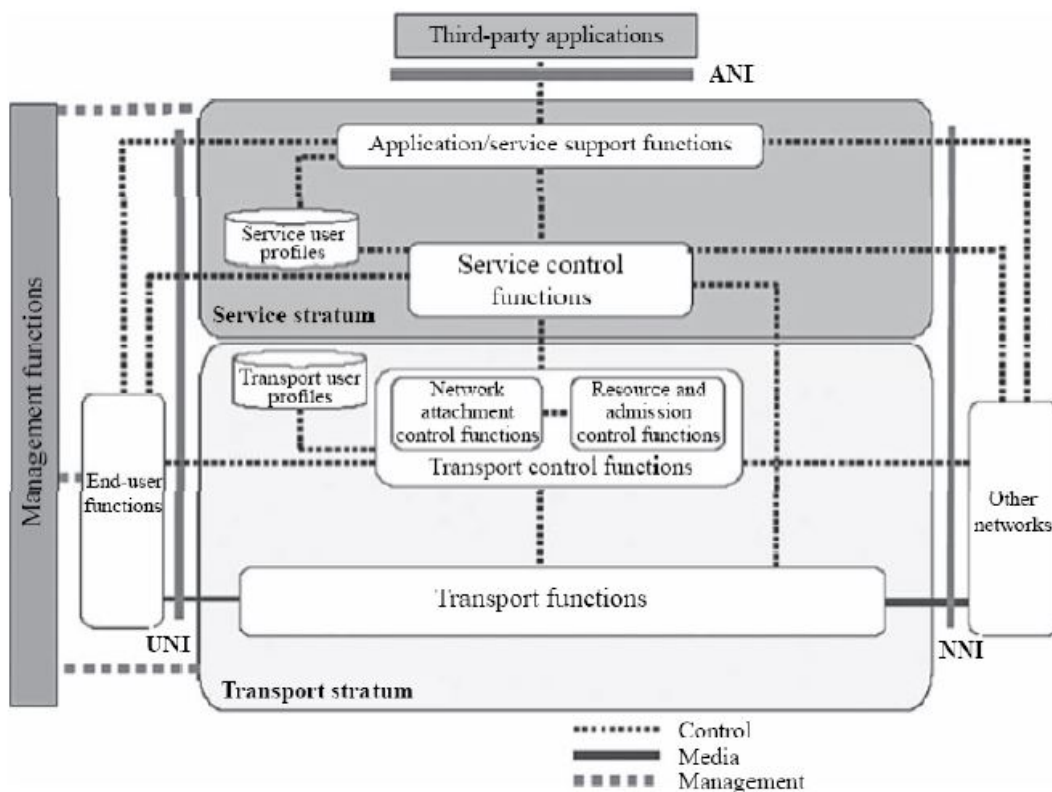
3.2. Λειτουργική αρχιτεκτονική

Το σχήμα 3.1 παρουσιάζει την τρέχουσα λειτουργική αρχιτεκτονική της ITU NGN, σχεδιασμένη για να υποστηρίξει τις λεγόμενες υπηρεσίες της Έκδοση 1 και τις απαιτήσεις της Έκδοση 1. Αυτή η λειτουργική αρχιτεκτονική αποτελείται από λειτουργικές ομάδες που διαχωρίζονται από καλά καθορισμένες διεπαφές. Κάθε λειτουργική ομάδα περιλαμβάνει ένα σύνολο λειτουργικών οντοτήτων.

Οι κύριες λειτουργικές οντότητες είναι οι εξής:

- το επίπεδο μεταφοράς
- το επίπεδο των υπηρεσιών
- οι λειτουργίες του τελικού χρήστη
- οι εφαρμογές τρίτων
- οι λειτουργίες διαχείρισης
- τα άλλα δίκτυα

Οι κύριες διεπαφές είναι η UNI μεταξύ του χρήστη και των διεπαφών δικτύου, η ANI μεταξύ της εφαρμογής και των διεπαφών δικτύου και η NNI μεταξύ του δικτύου και της διεπαφής δικτύου. Οι συμπαγείς γραμμές υποδεικνύουν την κίνηση του χρήστη, οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν τα μονοπάτια σηματοδότησης, οι παχιά διακεκομμένες γραμμές υποδεικνύουν τα δεδομένα διαχείρισης ροών.



3.3. GSINGN Έκδοση 2

Ακόμα δεν υπάρχει επίσημη Έκδοση 2 του GSI-NGN, πολλή δουλειά έχει γίνει στον τομέα αυτόν με αποτέλεσμα πλήθος των συστάσεων. Για παράδειγμα, θα αντιμετωπίσουν τη διαχείριση αναγνωριστικών, IPTV, κινητικότητα, ζητήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια και άλλα πολλά.

Οι ITU ομάδες που εργάζονται στον τομέα των NGN είναι:

- Ομάδα Μελέτης 2 - Λειτουργικές πτυχές της παροχής υπηρεσιών και της διαχείρισης των τηλεπικοινωνιών
- Ομάδα Μελέτης 9 - Τηλεοπτική και ηχητική μετάδοση και ολοκληρωμένα ευρυζωνικά καλωδιακά δίκτυα
- Ομάδα Μελέτης 11 – Απαιτήσεις σηματοδότησης, τα πρωτόκολλα και οι δοκιμές προδιαγραφών
- Ομάδα Μελέτης 12 - Επιδόσεις, QoS και QoE
- Ομάδα Μελέτης 13 - Τα μελλοντικά δίκτυα, συμπεριλαμβανομένων των κινητών και ΔΝΓ
- Ομάδα Μελέτης 15 - Οπτικά δίκτυα μεταφορών και υποδομών δικτύου πρόσβασης
- Ομάδας Μελέτης 16 - Πολυμέσα κωδικοποίησης, συστήματα και εφαρμογές
- Ομάδα Μελέτης 17 – Ασφάλεια
- IPTV-GSI - IPTV Πρωτοβουλία για τα Παγκόσμια Πρότυπα

4. TISPAN NGN

Το ETSI (Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων) είναι μια οργάνωση προτυποποίησης που δραστηριοποιείται σε όλους τους τομείς των τηλεπικοινωνιών (ραδιοεπικοινωνίες, ραδιοτηλεοπτικές εκπομπές και τις τεχνολογιών των πληροφοριών). Η αποστολή του είναι να παράγει πρότυπα τηλεπικοινωνιών για το σήμερα και για το μέλλον. Το ETSI συμβάλλει επίσης στην προτυποποίηση του ITU. Τον Μάιο του 2003, το ETSI διαμόρφωσε το TISPAN (Τηλεπικοινωνίες και Διαδίκτυακές συγκλίνουσες υπηρεσίες και πρωτόκολλα για Προχωρημένα Θέματα Δικτύωσης) κάτι που απευθύνεται στον προσδιορισμό του ΝΔΓ.

Από την ίδρυσή του το 2003, το ETSI TISPAN υπήρξε το κλειδί προτυποποίησης για τη δημιουργία των προδιαγραφών των Δικτύων Νέας Γενιάς (NGN).

Το **TISPAN NGN Release 1** ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2005, παρέχοντας ισχυρά και ανοικτά πρότυπα, που η βιομηχανία απαιτεί για την ανάπτυξη, τη δοκιμή και την εφαρμογή των πρώτης γενιάς των συστημάτων ΔΝΓ. Οι προδιαγραφές του NGN Release 1 υιοθετούν το 3GPP IMS (IP Multimedia Subsystem) για τις εφαρμογές που βασίζονται στο SIP, αλλά επίσης να προσθέτει επιπλέον λειτουργικά τμήματα και υποσυστήματα για να χειριστεί τις εφαρμογές μη-SIP. Αρχικά το TISPAN δημιουργήθηκε για την εναρμόνιση του πυρήνα IMS για ασύρματα και ενσύρματα δίκτυα. Ωστόσο, στις αρχές του 2008, οι κοινές προδιαγραφές IMS μεταφέρθηκαν πίσω στο 3GPP, έτσι ώστε να υπάρχει ένας μοναδικός οργανισμός προτύπων είναι υπεύθυνος για την παροχή ενός Κοινού IMS που να ταιριάζει σε οποιοδήποτε δίκτυο (καθορισμένα, 3GPP, CDMA2000, κλπ).

Το **TISPAN NGN Release 2** ολοκληρώθηκε στις αρχές του 2008, και πρόσθεσε ένα βασικό στοιχείο στα ΔΝΓ όπως το IMS που βασίζεται και αυτό που δεν βασίζεται στο IPTV, οικιακά δίκτυα και συσκευές, καθώς και τα ΔΝΓ να διασυνδέονται με εταιρικά δίκτυα. Οι προδιαγραφές του TISPAN IPTV καλύπτουν τις αναδυόμενες ανάγκες της αγοράς, όπως η υπηρεσία triple-play και quadruple-play που προσφέρει πρόσβαση των στις ανεξάρτητες λύσεις, ενσωμάτωση σε ένα περιβάλλον πολλαπλών υπηρεσιών, διαθεσιμότητα βελτιωμένων υπηρεσιών που συνδυάζουν χαρακτηριστικά από κάθε στοιχείο που προσφέρει το triple-play / quadruple-play.

Το TISPAN εργάζεται αυτή τη στιγμή για την τρίτη κυκλοφορία των προδιαγραφών με έμφαση στις:

- IPTV: Νέες υπηρεσίες IPTV έχουν καθοριστεί συμπεριλαμβανομένης της διαφήμισης, της IMS ενεργοποιημένης IPTV Περιοδικής / κινητικότητας, Περιεχόμενο Παραγόμενο από Χρήστες (UGC), και το Εξατομικευμένο Κανάλι (PCH)/προσανατολισμένο στον χρήστη περιεχόμενο. Το Δίκτυο παροχής περιεχομένου (CDN) να είναι καθορισμένο επίσης. Οι Peer-to-peer τεχνολογίες για την παροχή υπηρεσιών IPTV έχουν αναλυθεί. Ο ορισμός της προστασίας των υπηρεσιών IPTV είναι επίσης να οριστεί
- Δίκτυα επιχειρήσεων με έναν οδηγό NGCN-NGN Interface υλοποίησης διεπαφής
- Τη διασύνδεση των δικτύων
- QoS με ανάλυση γίνεται για στην αλληλεπίδραση του TISPAN Υποσυστήματος Ελέγχου Αποδοχής και Πόρων (RACS) με το Δίκτυο Εγκαταστάσεων Πελάτη (CPN) με σκοπό τη διαχείριση των πόρων μέσα στο οικιακό δίκτυο

- Radio Frequency Identification (RFID) ασφάλεια
- Βελτιώσεις ασφαλείας των ΔΝΓ
- Παρακολούθηση της ενέργειας στο δίκτυο εγκαταστάσεις του πελάτη
- Ρυθμιστικά θέματα

4.1. TISPAN NGN Εννοια

Το TISPAN-NGN απευθύνεται σε:

- Παροχή υπηρεσιών ΔΝΓ
 - Συνομιλία (φωνητική κλήση, κλήση βίντεο, chat, συνεδρίες πολυμέσων)
 - Μηνυμάτων (e-mail, SMS, EMS, MMS, υπηρεσία άμεσων μηνυμάτων και παρουσίας)
 - content-on-demand (περιήγηση, λήψης, ροής, πίεσης, μετάδοση).
- Υποστήριξη τεχνολογιών πρόσβασης
 - 3GPP τυποποιημένη κινητή GSM / GPRS / EDGE / UMTS / HSPA / LTE
 - Σταθερό DSL
 - Ενσύρματο LAN
 - Ασύρματο LAN
 - καλώδιο

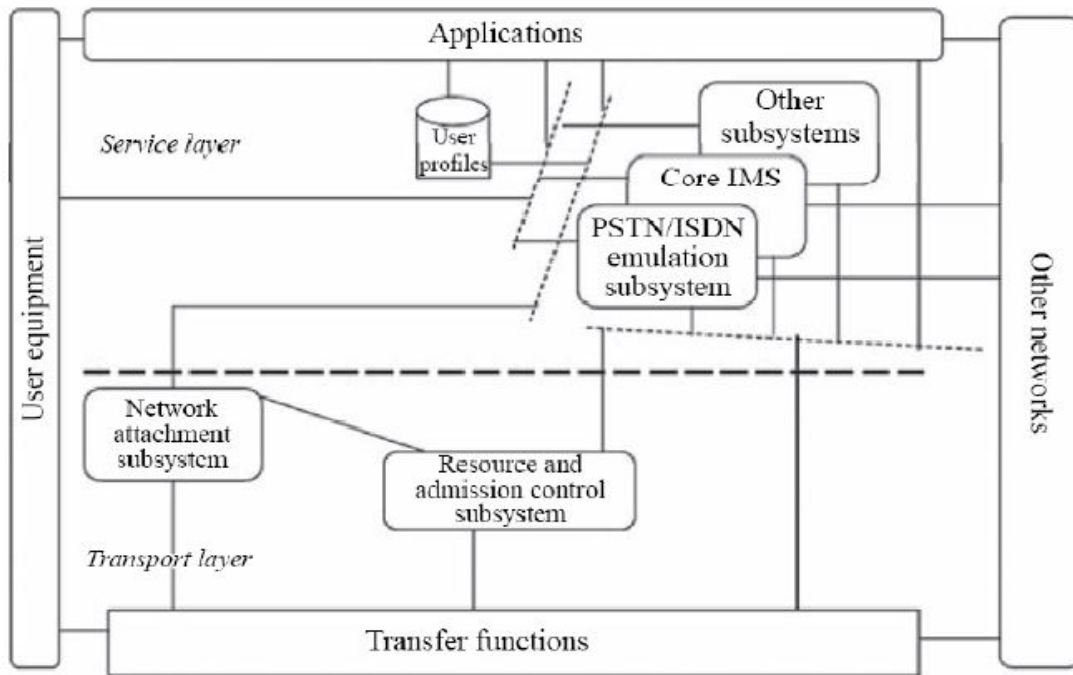
Η προδιαγραφή TISPAN NGN καλύπτει υπηρεσίες ΔΝΓ, αρχιτεκτονικές, πρωτόκολλα, QoS, πτυχές της ασφάλειας και της κινητικότητας εντός σταθερών δικτύων. Το TISPAN και το 3GPP δούλεσαν μαζί για να καθορίσουν ένα εναρμονισμένο πυρήνα με επίκεντρο το IMS για ασύρματα και ενσύρματα δίκτυα. Το εναρμονισμένο αυτό all-IP δίκτυο έχει τη δυνατότητα να παρέχει ένα εντελώς νέο επιχειρηματικό μοντέλο για τις τηλεπικοινωνίες τόσο σταθερής όσο και κινητής τηλεφωνίας του δικτύου. Το ανεξάρτητο της πρόσβαση IMS αποτελεί βασικό παράγοντα για σταθερή / κινητή σύγκλιση, μειώνοντας το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης του δικτύου, και επιτρέποντας στις νέες υπηρεσίες να αναπτυχθούν γρήγορα και να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη νέων απαιτήσεων της αγοράς.

Τα παρακάτω σχήματα παρέχουν μια επισκόπηση της αρχιτεκτονικής TISPAN NGN. Η λειτουργική αρχιτεκτονική ΔΝΓ που περιγράφηκε συμμορφώνεται με το γενικό μοντέλο αναφοράς του ITU-T για τα δίκτυα επόμενης γενιάς και είναι δομημένο σύμφωνα με ένα στρώμα και μια υπηρεσία που βασίζεται σε IP επίπεδο μεταφοράς.

4.1.1. Επίπεδο υπηρεσιών

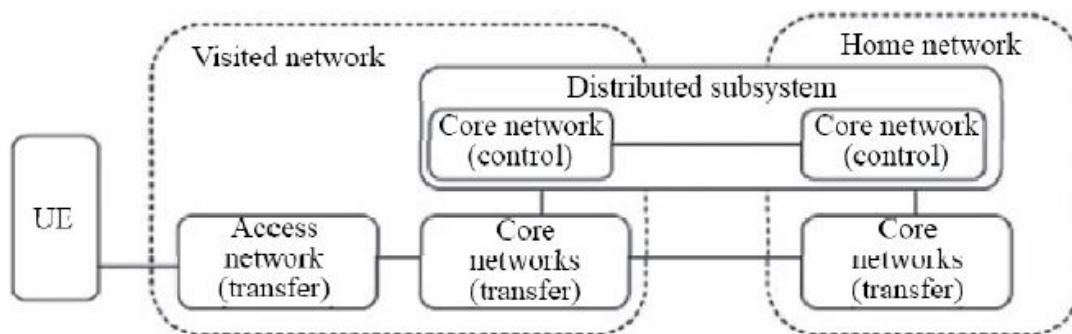
Το επίπεδο υπηρεσιών περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

- πυρήνα IP υποσυστήματος πολυμέσων (IMS) - Η συνιστώσα αυτή στηρίζει την παροχή υπηρεσιών πολυμέσων με βάση το SIP σε ΔΝΓ τερματικά και υποστηρίζει, επίσης, την παροχή υπηρεσιών προσομοίωσης PSTN / ISDN



- υποσύστημα εξομοίωσης PSTN / ISDN (PES) - Η συνιστώσα αυτή στηρίζει την εξομοίωση των PSTN / ISDN υπηρεσιών για τους τερματικούς σταθμούς κληρονομιά που συνδέονται με το ΔΝΓ, μέσω οικιακές πύλες ή πύλες πρόσβασης
- υποσύστημα μετάδοσης - Η συνιστώσα αυτή στηρίζει την παροχή RTSP μετάδοσης υπηρεσιών σε ΔΝΓ τερματικά
- υποσύστημα μετάδοσης περιεχομένου - Η συνιστώσα αυτή στηρίζει τη μετάδοση του πολυμεσικού περιεχομένου (π.χ. ταινίες, τηλεοπτικά κανάλια, κλπ) σε ομάδες των τερματικών ΔΝΓ
- κοινά στοιχεία - η αρχιτεκτονική ΔΝΓ περιλαμβάνει έναν αριθμό λειτουργικών οντοτήτων που μπορεί να προσπελαστεί περισσότερα από ένα υποσύστημα. Όπως φαίνεται στο σχήμα, αυτά είναι:

- Οι λειτουργίες του server του προφίλ των χρηστών (UPSF)
- Η λειτουργία εντοπισμού συνδρομητή (SLF)
- Η λειτουργία του διακομιστή εφαρμογής (ASF)
- Η λειτουργία δικτύωσης (IWF)
- Η λειτουργία της διασύνδεσης ελέγχου των συνόρων (IBCF)
- Την είσπραξη και τα καθήκοντα συλλογής δεδομένων

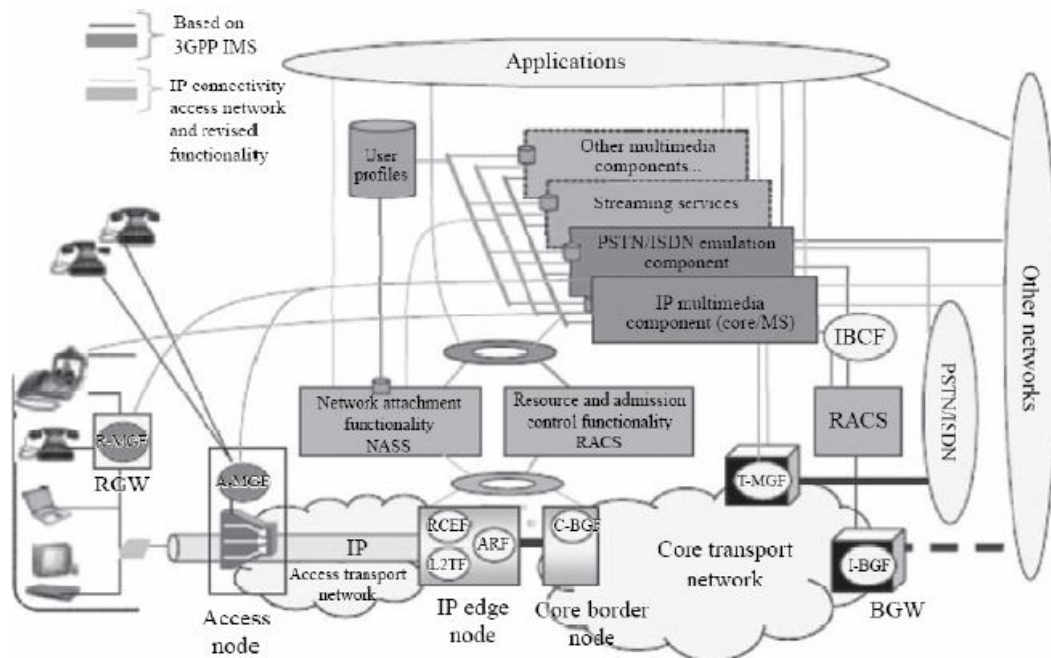


4.1.2. Επίπεδο Μεταφοράς

Το επίπεδο μεταφοράς περιλαμβάνει ένα υπο-επίπεδο ελέγχου μεταφοράς πάνω από τις συναρτήσεις μεταφοράς. Ο έλεγχος μεταφοράς υποεπιπέδου διαιρείται περαιτέρω σε δύο υποσυστήματα, δηλαδή το υποσύστημα σύνδεσης δικτύου (NASS) και το υποσύστημα ελέγχου των πόρων και της εισαγωγής (RACS). Το NASS παρέχει τις ακόλουθες λειτουργίες:

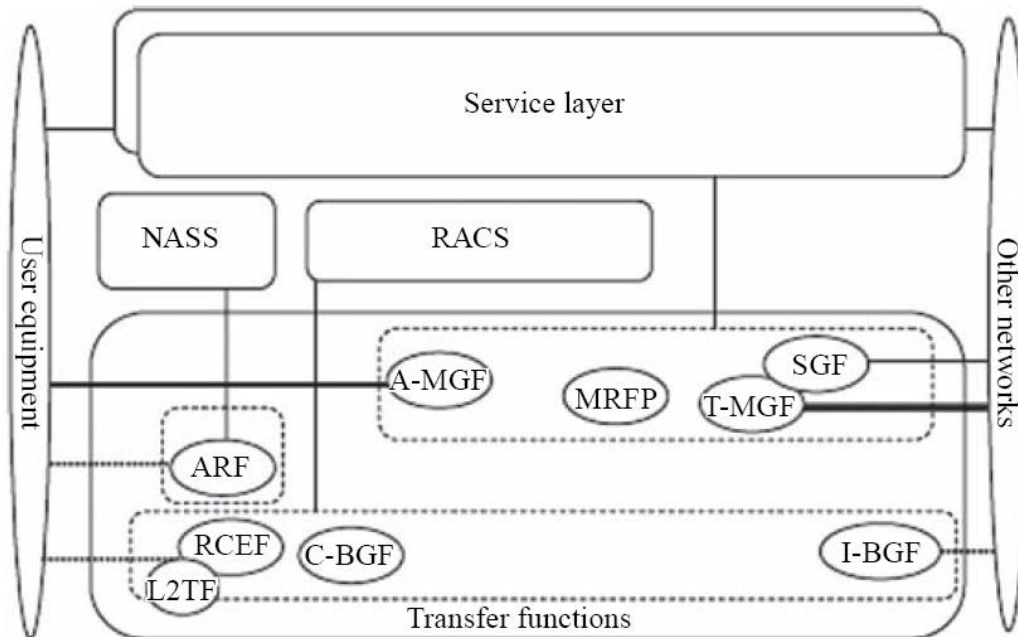
- δυναμική παροχή διευθύνσεων IP και άλλες παραμέτρους διαμόρφωση τερματικού
- η πιστοποίηση λαμβάνει χώρα στο επίπεδο IP, πριν ή κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατανομής διεύθυνσης
- άδεια πρόσβασης στο δίκτυο που βασίζεται στα προφίλ των χρηστών
- διαμόρφωση του δικτύου πρόσβασης με βάση το προφίλ του χρήστη
- η διαχείριση της τοποθεσία λαμβάνει χώρα στο στρώμα IP.

Το RACS παρέχει έλεγχο αποδοχής και λειτουργίες ελέγχου της πύλης, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου του NAPT και προτεραιότητα αποφάσεων. Ο έλεγχος αποδοχής περιλαμβάνει τον έλεγχο της άδειας με βάση το προφίλ του χρήστη που πραγματοποιήθηκε στο υποσύστημα σύνδεσης δικτύου πρόσβασης, στους κανόνες πολιτικής ειδικά για ένα φορέα και στη διαθεσιμότητα των πόρων. Έλεγχος διαθεσιμότητας πόρων, σημαίνει ότι η λειτουργία ελέγχου αποδοχής επαληθεύει εάν το αιτούμενο εύρος ζώνης είναι συμβατό τόσο με το εγγεγραμμένο εύρος ζώνης και το ποσό του εύρους ζώνης που ήδη χρησιμοποιείται από τον ίδιο χρήστη στην ίδια πρόσβαση, και ενδεχομένως σε άλλους χρήστες που μοιράζονται τους ίδιους πόρους.



Το παρακάτω σχήμα παρέχει μια επισκόπηση των συναρτήσεων μεταφοράς και η σχέση τους με τα άλλα συστατικά της αρχιτεκτονικής. Η μοντελοποίηση των συναρτήσεων μεταφοράς εδώ περιορίζεται σε πτυχές που είναι ορατές σε άλλες συνιστώσες της αρχιτεκτονικής. Μόνο οι λειτουργικές οντότητες που μπορούν να

αλληλεπιδράσουν με το υποεπίπεδο ελέγχου μεταφοράς ή το υποεπίπεδο υπηρεσίας είναι ορατές στο υποεπίπεδο μεταφοράς.



Αυτές είναι οι εξής:

- Η λειτουργία της πύλης πολυμέσων (MGF). Το MGF παρέχει τη χαρτογράφηση των μέσων ενημέρωσης ή / και λειτουργίες transcoding μεταξύ τομέα μεταφοράς IP και εγκαταστάσεις δικτύου μεταγωγής κυκλώματος (κορμούς, βρόχους). Μπορεί επίσης να εκτελέσει διάσκεψη πολυμέσων και να στείλει τόνους και ανακοινώσεις.
- Η λειτουργία Border Gateway (BGF) παρέχει τη διεπαφή μεταξύ των δύο τομέων μεταφοράς IP. Αυτό μπορεί να βρίσκεται στο όριο μεταξύ ενός δικτύου πρόσβασης και στον τερματικό εξοπλισμό του πελάτη, μεταξύ ενός δικτύου πρόσβασης και ενός κεντρικού δικτύου ή μεταξύ δύο κεντρικών δικτύων.
- Η λειτουργία του ρελέ πρόσβασης (ARF) λειτουργεί ως ρελέ μεταξύ του εξοπλισμού του χρήστη και του NASS. Λαμβάνει τις αιτήσεις πρόσβασης στο δίκτυο από τον εξοπλισμό του χρήστη και τις διαβιβάζει στο NASS. Πριν από τη διαβίβαση μιας αίτησης, το ARF μπορεί επίσης να εισαγάγει τις τοπικές πληροφορίες διαμόρφωσης και εφαρμόσει διαδικασίες μετατροπής πρωτοκόλλου.
- Η λειτουργία σηματοδότησης πύλης (SGF) εκτελεί τη μετατροπή σηματοδότησης (αμφύδρομα) σε επίπεδο μεταφοράς μεταξύ της μεταφοράς σηματοδότησης με βάση το SS7 και της μεταφοράς σηματοδότησης με βάση την IP.
- Ο επεξεργαστής λειτουργίας των πόρων των πολυμέσων (MRFP) παρέχει εξειδικευμένες λειτουργίες επεξεργασίας των πόρων πέρα από αυτές που είναι διαθέσιμες στις λειτουργίες της πύλης πολυμέσων. Αυτό περιλαμβάνει πόρους για την υποστήριξη πολυμεσικών συνεδριών, ανακοινώσεις προμήθειας

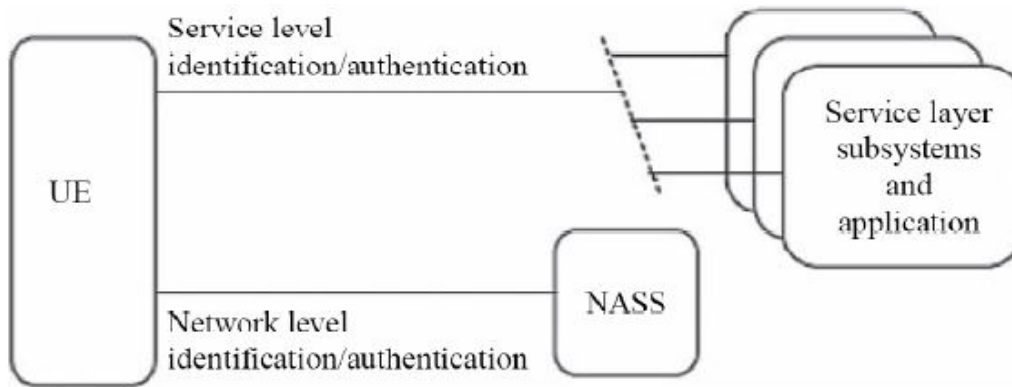
- πολυμέσων, εφαρμόζει δυνατότητες IVR (διαδραστικής φωνητικής απόκρισης) και ανάλυση του περιεχομένου των πολυμέσων.
- Η λειτουργία τερματισμού του επιπέδου 2 (L2TF).

4.1.3. Εξοπλισμός Χρήστη

Ο εξοπλισμός χρήστη (UE) αποτελείται από μία ή περισσότερες συσκευές που ελέγχονται από το χρήστη επιτρέποντας σε ένα χρήστη πρόσβαση σε υπηρεσίες που παρέχονται από ΔΝΓ δίκτυα. Τα διάφορα εξαρτήματα του εξοπλισμού των πελατών μπορούν να συμμετέχουν, ανάλογα με το υποσύστημα που αλληλεπιδρούν.

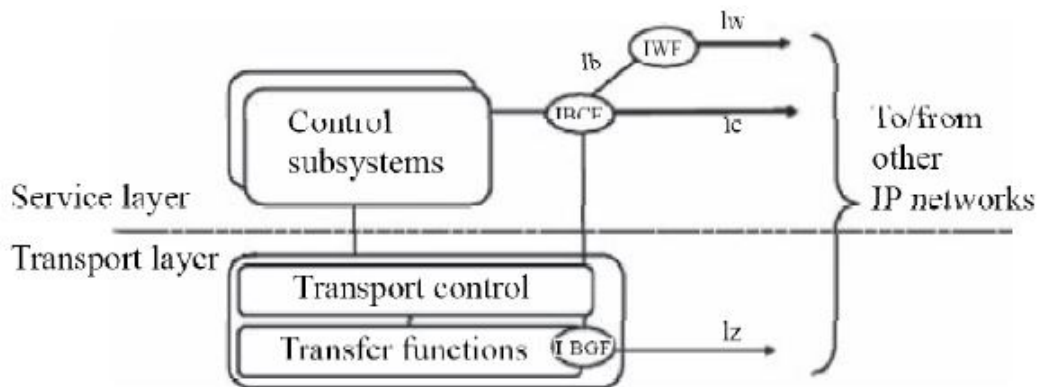
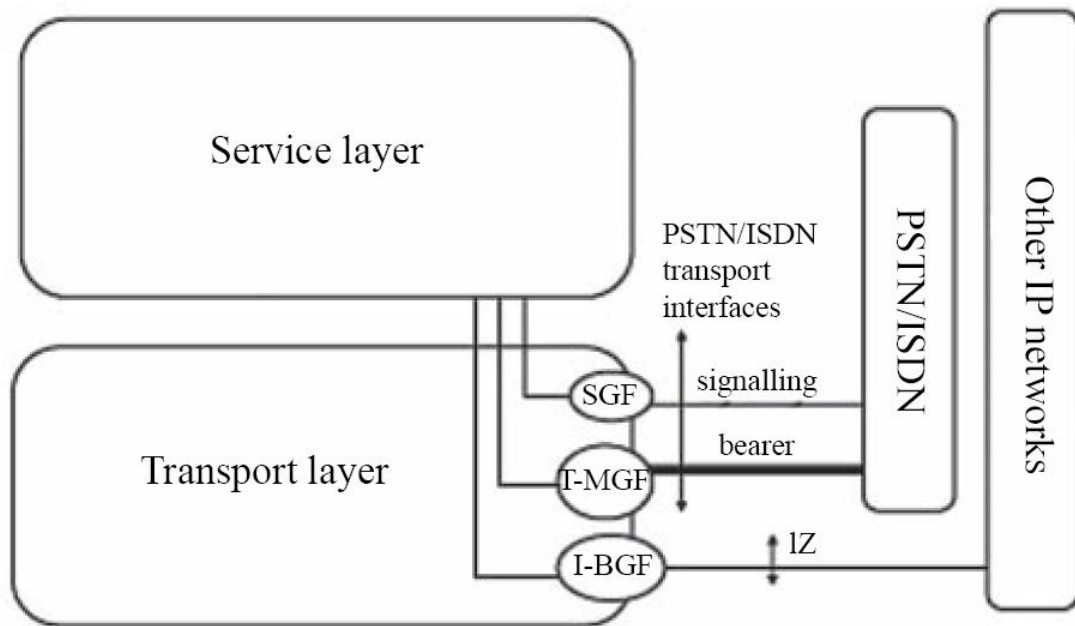
Οι λειτουργίες UE είναι:

- Πιστοποίηση - όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, δύο επίπεδα δικτύου ταυτοποίησης/πιστοποίησης είναι διαθέσιμα στην αρχιτεκτονική ΔΝΓ, δηλαδή το επίπεδο της σύνδεσης δικτύου μεταξύ UE και NASS και στο επίπεδο του επιπέδου των υπηρεσιών μεταξύ ΔΝΓ υποσυστημάτων υπηρεσιών ελέγχου και εφαρμογών.
- Διεπαφές
 - Διεπαφές με τον πυρήνα IMS - πρόσβαση στις υπηρεσίες του IMS παρέχεται σε SIP τερματικά.
 - Διεπαφές με το υποσύστημα εξομοίωσης PSTN / ISDN - πρόσβαση στις υπηρεσίες του υποσυστήματος εξομοίωσης PSTN / ISDN παρέχεται από κληρονομικά τερματικά μέσω μιας λειτουργίας πυλών, η οποία μπορεί να βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του πελάτη ή στον τομέα του χειριστή.
 - Διεπαφές με εφαρμογές - αλληλεπιδράσεις με διακομιστές εφαρμογών SIP πραγματοποιούνται μέσω της διεπαφής Ut. Αυτή η διεπαφή επιτρέπει στο χρήστη να διαχειρίζεται τις πληροφορίες που σχετίζονται με τις υπηρεσίες του, όπως η δημιουργία και η εκχώρηση των ταυτοτήτων δημόσιας υπηρεσίας, τη διαχείριση της πολιτικής της πιστοποίησης που χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, από τις παρούσες υπηρεσίες ή τη διαχείριση της πολιτικής συνεδριάσεων.
 - Διεπαφές με το NASS - Αυτές οι διεπαφές επιτρέπουν τον εξοπλισμό του χρήστη να συνδεθεί στο δίκτυο και να λαμβάνει πληροφορίες διαμόρφωσης. Η σηματοδότηση μεταξύ του UE και του NASS μπορούν να αναμεταδίδεται μέσω του ARF στο υποεπίπεδο μεταφοράς.
 - Διεπαφή με το RACS.



- Η διασύνδεση με άλλα δίκτυα /τομείς - η διασύνδεση μπορεί να υπάρξει στο επίπεδο μεταφοράς ή στο επίπεδο υπηρεσίας:
 - Διασύνδεση στο επίπεδο μεταφοράς
 - στο στρώμα μεταφοράς – η διασύνδεση στο επίπεδο μεταφοράς πραγματοποιείται είτε με δίκτυα TDM μέσω T-MGF και SGF οντότητες ή με IP δίκτυα, στο σημείο αναφοράς Iz, μέσω μιας οντότητας I-BGF. Η διασύνδεση με δίκτυα SS7 ισχύει μόνο για το IMS και τα υποσυστήματα εξομοίωσης PSTN / ISDN. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το επίπεδο υπηρεσίας ελέγχει τη συμπεριφορά της οντότητα T-MGF. Η διασύνδεση με δίκτυα IP εξαρτάται από τα υποσυστήματα που εμπλέκονται. Η I-BGF μπορεί να συμπεριφέρεται αυτόνομα είτε υπό τον έλεγχο του επιπέδου υπηρεσίας, μέσα από τα RACS, για υπηρεσίες που αφορούν την βασική συνιστώσα IMS ή το υποσύστημα εξομοίωσης PSTN / ISDN. Οι μελλοντικές κυκλοφορίες των προδιαγραφών TISPAN θα αντιμετωπίσουν τον έλεγχο της I-BGF σε άλλες διαμορφώσεις.
 - Στο NASS
 - Στο RACS
 - Η διασύνδεση στο επίπεδο των υπηρεσιών - διασύνδεση στο επίπεδο υπηρεσίας μπορεί πραγματοποιηθεί είτε με τα δίκτυα SS7 ή με τα δίκτυα IP. Διασύνδεση με δίκτυα SS7 ισχύει μόνο για το IMS και τα υποσύστημα εξομοίωσης PSTN / ISDN, τα οποία περιλαμβάνουν την κατάλληλη λειτουργία για να αλληλεπιδρούν με το TMGF και το SGF. Η διασύνδεση με δίκτυα IP εξαρτάται από τα υποσυστήματα που εμπλέκονται. Η διασύνδεση IP προς / από τον πυρήνα του IMS ή το υποσύστημα εξομοίωσης PSTN / ISDN γίνεται με τη χρήση της οντότητας IBCF και, ενδεχομένως, της IWF οντότητας. Άμεση διασύνδεση μεταξύ των άλλων τύπων των υποσυστημάτων ή των

αιτήσεων είναι εκτός του πεδίου εφαρμογής του TISPAN R1. Η διασύνδεση IP με εξωτερικά δίκτυα που υποστηρίζουν μια συμβατή έκδοση TISPAN του SIP γίνεται στο σημείο αναφοράς Ic, μέσω της IBCF. Η Διασύνδεση με εξωτερικά δίκτυα που υποστηρίζουν H.323 ή μη συμβατή έκδοση του SIP γίνεται στο σημείο αναφοράς Iw, μέσω της IWF. Η IBCF και η IWF επικοινωνούν μέσω του σημείου αναφοράς Ib.



5. Femto-Κυψέλες, Προτυποποίηση στο 3GPP

Οι χειριστές του κυψελοειδούς συστήματος έχουν προσδιορίσει την κρίσιμη ανάγκη για προτυποποίηση των συσκευών femtocell και των συναφεί διεπαφών τους στον πυρήνα των δικτύων των διαχειριστών ως κρίσιμη προϋπόθεση για την επιτυχία των προϊόντων femtocell. Καθοδηγείται από αυτή την απαίτηση, η κοινότητα προτύπων UMTS / UTRAN έχει αναλάβει μια μεγάλης κλίμακας και ολοκληρωμένη προσπάθεια για να καθορίσει τα εν λόγω πρότυπα για τις femtocell συσκευές και τα συστήματα που βασίζονται στην οικογένεια UMTS / HSDPA / HSUPA των τεχνολογιών ασύρματης πρόσβασης. Αυτό το άρθρο περιγράφει αυτές τις δραστηριότητες καθιέρωσης και παρέχει μια επισκόπηση για την femtocell αρχιτεκτονική του συστήματος που έχει αναπτυχθεί μεταξύ των 3GPP.

Η τεχνολογία Femtocell άρχισε να προσελκύει μεγάλη προσοχή της βιομηχανίας στα τέλη του 2007 και στις αρχές του 2008. Οι χειριστές του κυψελοειδούς συστήματος που χρησιμοποιούσαν το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών (UMTS)/UMTS δικτύου επίγειας ασύρματης πρόσβασης (UTRAN) τρίτης γενιάς (3G) της τεχνολογίας ραδιοσυχνοτήτων ενδιαφέρθηκαν ιδιαίτερα με το να είναι σε θέση να προσφέρουν femtocell συσκευές σε τελικούς χρήστες και το να εφαρμόσουν την τεχνολογία femtocell σε άλλα περιβάλλοντα (π.χ., δημόσια hotspots, πανεπιστημιούπολεις, και επαγγελματικούς χώρους) για διάφορους λόγους (συνήθως είτε για βελτιωμένη κάλυψη UMTS ή αυξημένη ικανότητα του συστήματος να ικανοποιήσει τις ανάγκες του μεγάλου αριθμού των PDA και φορητούς υπολογιστές υψηλής έντασης δεδομένων χρησιμοποιώντας UMTS για την υπηρεσία μεταφοράς πακέτων δεδομένων). Αυτές οι πιέσεις της αγοράς οδήγησαν στο πρότζεκτ τρίτης γενιάς συνεργασίας (3GPP), αναλαμβάνοντας μια έντονη προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα πλήρες σύνολο των προτύπων του κλάδου για femtocells UMTS/UTRAN. Αυτό το άρθρο περιγράφει τα πρότυπα που προέκυψαν από αυτές τις προσπάθειες.

5.1 Οδηγοί, Κίνητρο, και η σημασία της προτυποποίησης.

Ακριβώς όπως και κάθε άλλη νέα τεχνολογία, η βιομηχανία προτυποποίησης είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας τόσο από την αποδοχή της αγοράς και τις προοπτικές της κλιμάκωσης της οικονομίας (δηλαδή, το οικοσύστημα). Τα Femtocells δεν αποτελούν εξαίρεση. Κατά τις πρώτες ημέρες της ανάπτυξης της παραγωγής, υπάρχουν πολλές ιδιόκτητες αρχιτεκτονικές των femtocells (όπως αναλύεται παρακάτω). Όπως είναι μια φυσική διαδικασία, σε κάθε νέα τεχνολογία, η προτυποποίηση των βασικών πτυχών των femtocell θεωρήθηκε ως απολύτως αναγκαία από όλους τους βασικούς φορείς, και κυρίως τους φορείς εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας. Είναι ένα απαιτούμενο στοιχείο για μια νέα τεχνολογία για την απόκτηση επιτυχούς αποδοχής και την ανάπτυξη της αγοράς.

5.2 Πτυχές Εξυπηρέτησης

Τα τελευταία χρόνια τα femtocells έχουν αποκτήσει ορμή στη βιομηχανία της κινητής τηλεφωνίας, λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών τους. Τα femtocells παρέχουν λύσεις στα προβλήματα που υπάρχουν στα συστήματα που βασίζονται στα macrocells. Μερικά από αυτά τα προβλήματα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Διάφορες μελέτες δείχνουν ότι η πλειοψηφία των κλήσεων κινητής τηλεφωνίας γίνονται σε εσωτερικούς χώρους.
- Ωστόσο, λόγω του εύρους υψηλών συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται συνήθως στο σύστημα 3G, το σήμα από το macrocell εξασθενεί και επιδεινώνεται πιο γρήγορα όταν το σήμα φτάνει σε εσωτερικούς χώρους.
- Επιπλέον, ένα από τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά της ευρείας ζώνης CDMA (WCDMA) ως τεχνολογία πρόσβασης πολυπλεξίας ραδιοσυχνοτήτων είναι ότι η πραγματική ικανότητα των κυττάρων έχουν περιορισμένη παρεμβολή.
- Από το παραπάνω συνεπάγεται ότι πραγματική υπηρεσία 3G, το οποίο απαιτεί υψηλή ικανότητα εύρους ζώνης, είναι διαθέσιμο για τους τελικούς χρήστες μόνο όταν ο χρήστης βρίσκεται κοντά στο κύτταρο (δηλ., καλής ποιότητας σήματος), και ο αριθμός των ταυτόχρονων χρηστών στο κύτταρο είναι μικρός (χαμηλή παρεμβολή στο επίπεδο των κυττάρων).
- Ωστόσο, η παραπάνω δηλωμένη κατάσταση είναι σχεδόν αντιφατική στο περιβάλλον του macrocell.
- Ως εκ τούτου, στην πραγματικότητα, αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση στην οποία ο αποτελεσματικός ρυθμός δεδομένων στο περιβάλλον του macrocell είναι μόνο ένα κλάσμα της μέγιστου θεωρητικού ρυθμού δεδομένων.

Η λύση στο παραπάνω περιγραφέν πρόβλημα απαιτεί τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Καλή ποιότητα του εσωτερικού σήματος.
- Χαμηλό αριθμό ταυτόχρονων χρηστών ανά κελί

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι τα χαρακτηριστικά που μόλις περιγράφηκαν πληρούνται και τα δύο από ένα femtocell. Στην πραγματικότητα, καθώς μια συσκευή που προορίζεται ειδικά για μικρής κλίμακας εσωτερική κάλυψη, προορίζεται να επιλύσει ακριβώς τα θέματα που περιγράφονται παραπάνω. Επιπλέον, η ανάπτυξη femtocell χρησιμοποιεί τα υπάρχουσα τεχνολογία σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων, όπως η ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (xDSL), ως οπισθοσύζευξη στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας. Αυτή είναι ένα ελκυστικό όφελος από την προοπτική της κινητής τηλεφωνίας καθώς η ανάπτυξη femto θα οδηγήσει σε κεφαλαιουχικές δαπάνες (CAPEX) και στη μείωση των επιχειρησιακών δαπανών (λειτουργικά έξοδα).

5.3 Πτυχές της τεχνολογίας των ραδιοσυχνοτήτων

Ωστόσο, λόγω της μοναδικότητας τους από τη φύση τους, τα femtocells έχουν το δικό τους μοναδικό σύνολο των προβλημάτων. Τα προβλήματα αυτά πρέπει να αντιμετωπιστούν με καλές τεχνικές λύσεις, ώστε να είναι βιώσιμα και επιτυχή σε πραγματικό περιβάλλον ανάπτυξης.

Τα ακόλουθα είναι μερικά από τα προβλήματα. Συζητήσουμε το καθένα από αυτά με τη σειρά:

- Διαχείριση και μετριασμός παρεμβολών των ραδιοσυχνοτήτων
- Ρυθμιστικές πτυχές
- Ανίχνευση Τοποθεσίας

5.3.1 Μετριασμός παρεμβολών ραδιοσυχνοτήτων

Λόγω της φύσης τους, η διαχείριση παρεμβολών των femtocells είναι ένα βασικό ζήτημα. Τα femtocells θα αναπτυχθούν με τρόπο παρόμοιο με τα σημεία πρόσβασης WiFi, πράγμα που σημαίνει ότι οι μεμονωμένοι χρήστες εγκαθιστούν τις συσκευές με ένα ad hoc τρόπο στις προϋποθέσεις τους χωρίς συντονισμό με κάποιο άλλο. Λαμβάνοντας υπόψη αυτό το σενάριο ανάπτυξης, είναι πρακτικά αδύνατο να κάνουμε συγκεντρωτικό και συντονισμένο σχεδιασμό ραδιοσυχνοτήτων από το σύστημα διαχείρισης του δικτύου, όπως έχει γίνει στο σύστημα του macrocell. Το μεγαλύτερο μέρος της διαμόρφωσης που σχετίζεται με τις ραδιοσυχνότητες πρέπει να προσδιοριστεί με βάση το μοναδικό φυσικό περιβάλλον όπου έχει εγκατασταθεί το femtocell. Για παράδειγμα, η μέγιστη ισχύς εκπομπής, πρωταρχικός κώδικα κρυπτογράφησης, και το UARFCN για ένα συγκεκριμένο femtocell θα πρέπει να καθορίζονται σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι παρεμβολές με τα περιβάλλοντα κύτταρα (δύο macrocells και femtocells). Μπορεί ακόμη και να απαιτείται η διαμόρφωση ραδιοσυχνότητας να προσαρμοστεί ή / και να αλλάξει κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας για να προσαρμόζεται στις αλλαγές στο περιβάλλον των ραδιοσυχνοτήτων.

5.3.2 Η ρυθμιστική πτυχή

Δεδομένου ότι ένα femtocell είναι στην ουσία μια μικρής κλίμακας κυτταρικός σταθμός, μεταδίδει τη ραδιοσυχνότητα (RF) χρησιμοποιώντας το αδειοδοτημένο φάσμα. Η άδεια χρήσης του φάσματος χορηγείται από την αρμόδια κρατική υπηρεσία στην εταιρεία κινητής τηλεφωνίας που λειτουργεί το σύστημα και παρέχει υπηρεσίες στους τελικούς χρήστες. Αυτό προϋποθέτει ότι η εταιρεία κινητής τηλεφωνίας είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο της μετάδοσης ραδιοσυχνοτήτων με αυστηρό τρόπο σύμφωνα με τον κανονισμό. Το σύστημα femtocell πρέπει να περιλαμβάνει κατάλληλους μηχανισμούς για τον έλεγχο αυτό, προκειμένου να ανταποκριθεί στους ρυθμιστικούς νόμους και τους κανονισμούς της κυβέρνησης. Αυτό είναι πιθανό να περιλαμβάνει την ανίχνευση και την εξακρίβωση της φυσικής θέσης όπου το

femtocell εγκαθίσταται ως μέρος του σταδίου άδειας υπηρεσίας κατά την αρχικοποίηση.

5.3.3 Ανίχνευσης Τοποθεσίας

Δεδομένου ότι το femtocell είναι ένας τελικός χρήστης του εξοπλισμού στις προϋποθέσεις του πελάτη (CPE) της συσκευής, η φυσική εγκατάσταση εξαρτάται από τον τελικό χρήστη. Για να το θέσουμε σε μια ακραία περίπτωση, είναι δυνατό να το εγκαταστήσουμε οπουδήποτε ή να το μετακινήσουμε οπουδήποτε. Ωστόσο, τόσο από τη ρυθμιστική και τις προοπτικές διαχείρισης των παρεμβολών των ραδιοσυχνοτήτων, η ανίχνευση θέσης είναι υποχρεωτική πριν το femtocell έχει τη δυνατότητα να παρέχει την υπηρεσία. Είναι πιθανό ότι αυτή η διαδικασία θα πρέπει να γίνει σε κάθε αρχικοποίηση της συσκευής.

5.4 Ανάπτυξη οικοσυστήματος

Μια άλλη σημαντική κινητήρια δύναμη πίσω από την ισχυρή επιθυμία του κλάδου της προτυποποίησης του femtocell είναι τα πιθανά πρότυπα πρέπει να υποστηρίξει την ανάπτυξη ενός υγιέστερου οικοσυστήματος για τις femtocell συσκευές και τα διάφορα στοιχεία που περιλαμβάνουν μικρά δίκτυα, και να παρέχει την τεχνολογία femtocell για να ενσωματωθεί σε άλλες συσκευές (π.χ., μόντεμ DSL, fiber-to-the-home οικιακά gateways, και τα καλωδιακά μόντεμ). Οι προτυποποιημένες διεπαφές από το κεντρικό δίκτυο προς τις femtocell συσκευές μπορούν δυνητικά να επιτρέψουν σε διαχειριστές του συστήματος να αναπτύξουν femtocell συσκευές από πολλαπλούς προμηθευτές με τρόπο mix-and-match. Τέτοιες διασυνδέσεις μπορεί επίσης να επιτρέψουν στις femtocell συσκευές να συνδεθούν σε πύλες που γίνονται από πολλούς προμηθευτές στο κεντρικό δίκτυο του διαχειριστή συστήματος (π.χ. σπίτι NodeB πύλη [HNB-GW] συσκευές).

Ίσως κατά βάθος, τα πρότυπα μπορεί τελικά να οδηγήσουν σε ένα οικοσύστημα για τα βασικά συστατικά (π.χ. , ολοκληρωμένα κυκλώματα ειδικών εφαρμογών [ASICs]) των femtocell συσκευών, όπως τα συστατικά των ραδιοσυχνοτήτων, τα συστατικά της συχνότητας βάσης, το GPS ή άλλα στοιχεία προσδιορισμού θέσης ή τα εξαρτήματα του συστήματος χρονισμού που εξασφαλίζουν την υψηλού βαθμού ακρίβεια στη συχνότητα που απαιτείται από προηγμένες τεχνολογίες ραδιοσυχνοτήτων. Τέτοια πρότυπα μπορεί να επεκταθούν πέρα από τις τυπικές προδιαγραφές που επικεντρώνονται στη διαλειτουργικότητα (π.χ. , η σηματοδότηση ασύρματης διεπαφής μεταξύ της κινητής συσκευής και του femtocell , καθώς και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας μεταξύ femtocells και το δίκτυο πυρήνα του διαχειριστή συστήματος) σε τομείς όπως οι διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (APIs) μεταξύ των στοιχείων της λογικής αρχιτεκτονικής του femtocell, τις ηλεκτρικές διεπαφές μεταξύ αυτών των στοιχείων, ακόμα και τις φυσικές απαιτήσεις (π.χ. , τις διαστάσεις και τη συσκευασία). Αυτό το είδος της προτυποποίησης μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω διαφόρων επαγγελματικών ενώσεων ή το femtocell που σχετίζεται με τη βιομηχανική αγορά. Στην πραγματικότητα, το Femto Forum είναι

στα πρώτα στάδια της συζήτησης αυτών των APIs και τις διεπαφες με την ελπίδα να βρουν ένα αγορά προτυποποίησης που μπορεί να αναλάβουν τελικά την ευθύνη για το έργο.

5.5 Ιστορία της προτυποποίησης

Στις αρχές του 2008, όταν το Femto Forum ξεκίνησε συζήτηση σχετικά με την αρχιτεκτονική femto, υπήρχαν 15 διαφορετικές παραλλαγές. Είχε θεωρηθεί ως απολύτως απαραίτητο από τους συμμετέχοντες που θα οριστεί η κοινή τυποποιημένη αρχιτεκτονική για την επιτυχία του προϊόντος στην αγορά. Τον Μάιο του 2008 ένα σημαντικό ορόσημο επιτεύχθηκε από τα μέλη συμφωνώντας σε μια ενιαία δομή. Είναι βασισμένο σε μια τροποποιημένη εκδοχή της υπάρχουσας διεπαφής Iu, προσαρμοσμένο και προσαρμοσμένο στις ιδιαίτερες ανάγκες του femtocell. Η συμφωνία αυτή οδήγησε στην πρόταση για 3GPP που έγινε η διεπαφή Iuh.

5.6 Επισκόπηση των οργανισμών προτύπων που εμπλέκονται στο έργο των τρεχόντων προτύπων

Υπάρχουν δύο κύριες οργανώσεις ανάπτυξης προτύπου (SDOs) διαμορφώνοντας το πρότυπο για το UMTS που σχετίζεται (UTRAN) με την τεχνολογία femto: το 3GPP και το Broadband Forum (BBF).

Το 3GPP (<http://www.3gpp.org>) δημιουργήθηκε το 1999 ως μια εταιρική σχέση μεταξύ των SDOs σε όλο τον κόσμο, ναυλωμένο να εναρμονίσει τις παγκόσμιες 3G WCDMA προσπάθειες προτυποποίησης. Η προδιαγραφή 3G που δημιουργήθηκε, το UMTS (επίσης γνωστή ως UTRAN), εξελίχθηκε από το Παγκόσμιο Σύστημα για σύστημα Τηλεφωνικών Επικοινωνιών. Για το 3G και πέρα από αυτό, έχει οριστεί υψηλής ταχύτητας πρόσβαση πακέτων (HSPA) για την ενίσχυση τόσο του downlink όσο και του uplink την χωρητικότητα. Για ένα σύστημα τέταρτης γενιάς (4G), έχει ολοκληρωθεί η προδιαγραφή εργασίας Release 8 για το Long-Term Evolution (LTE) και το System Architecture Evolution (SAE).

Το Forum Broadband (<http://www.broadbandforum.org>) ονομαζόταν το φόρουμ DSL μέχρι το 2008. Ως SDO για να καλύψει τις ανάγκες των τεχνολογιών σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων, έχει δημιουργήσει προδιαγραφές κυρίως για τις τεχνολογίες που σχετίζονται με το DSL. Αποτελείται από πολλαπλές ομάδες εργασίας. Η Broadband Home WG, ειδικότερα, είναι υπεύθυνη για τις προδιαγραφές της συσκευής CPE απομακρυσμένης διαχείρισης. Η προδιαγραφή αυτή ονομάζεται CPE δίκτυο ευρείας περιοχής (WAN) Πρωτόκολλο Διαχείρισης (CWMP), η οποία είναι κοινώς γνωστή με τον αριθμό εγγράφου, TR-069.

Εκτός από τα SDOs, υπάρχουν αρκετά μη SDOs που παίζουν σημαντικό ρόλο στην προτυποποίηση της femto τεχνολογίας. Δύο αξιοσημείωτα φόρουμ είναι το Femto και το Next Generation Mobile Network (NGNM).

Το Φόρουμ Femto (www.femtoforum.org) είναι μια οργάνωση, όχι προτυποποίησης, που ιδρύθηκε τον Ιούλιο του 2007. Η ιδιότητα του μέλους αντιπροσωπεύει φορείς

εκμετάλλευσης κινητών επικοινωνιών, εξοπλισμού, και τους προμηθευτές εξαρτημάτων. Κύριος στόχος του είναι να προωθήσει την τεχνολογία femto με την άρση των εμποδίων για την εισαγωγή και την προσαρμογή των προϊόντων και των υπηρεσιών. Ως εκ τούτου, το φόρουμ εξετάζει τα κοινά προβλήματα του κλάδου. Έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα αποτελεσματικό μέρος για συζήτηση και οικοδόμηση με συναίνεση σε βασικά θέματα. Πολλά από τα αποτελέσματα των συζητήσεων οδήγησε σε κοινές συνεισφορές στα SDOs όπως το 3GPP.

Ένα από τα κύρια παραδείγματα είναι η συναίνεση σχετικά με την κοινή femto αρχιτεκτονική που τελικά έγινε η διεπαφή Iuh στο 3GPP. Όταν το Forum Femto αντιμετώπισε αυτό το ζήτημα Μάιο του 2008, πάνω από μια ντουζίνα διαφορετικές ιδιόκτητες αρχιτεκτονικές υπήρχαν και το 3GPP δεν είχε ακόμη αρχίσει να καθορίζει το πρότυπο αρχιτεκτονικής για την HNB. Η συζήτηση και η επακόλουθη συναίνεση στο φόρουμ Femto οδήγησε στην ταχεία αποδοχή μιας εναρμονισμένης προσέγγισης για την femtocell αρχιτεκτονική (με βάση τη διασύνδεση Iuh και την BBF TR-069 οικογένεια προτύπων για διαχείριση των femtocell συσκευών). Αυτό επέτρεψε τα αντίστοιχα πρότυπα που θα αναπτυχθούν με ταχεία χρονοδιαγράμματα που ήταν σχεδόν χωρίς προηγούμενο στο 3GPP και το BBF.

Μια άλλη σημαντική δραστηριότητα είναι η εργασία ορισμού μοντέλου δεδομένων που οδηγούν σε συνεργασία με το BBF.

5.7 UMTS 3GFemto Προτυποποίηση στο 3GPP

5.7.1 Αρχιτεκτονική και ορολογία

Στο 3GPP έχουν χρησιμοποιηθεί ειδικές ορολογίες για το femtocell.

Το Σχήμα 1 δείχνει την όψη υψηλού επιπέδου της αρχιτεκτονικής του δικτύου πρόσβασης HNB και το σημείο αναφοράς. Το HNB συνδέεται με το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας μέσω του HNB-GW. Το HNB-GW δρα ως συγκεντρωτής για να συσσωματώνει ένα μεγάλο αριθμό από HNBs. Αυτή η διεπαφή ονομάζεται Iuh. Επιπλέον, η σύνδεση αυτή περνά μέσα από μια πύλη ασφαλείας (SeGW) για να παρέχει ένα κατάλληλο μηχανισμό ασφαλείας. Συγκεκριμένα, το κανάλι IPsec είναι εγκατεστημένο και διατηρείται μεταξύ HNB και SeGW. Αυτό σημαίνει ότι όλη η κίνηση της διεπαφής Iuh καναλοποιείται μέσω αυτής της σύνδεσης.

Η σύνδεση από το HNB-GW με το δίκτυο πυρήνα (CN) γίνεται με τις υπάρχουσες IuCS/IuPS διεπαφές. Αυτό σημαίνει ότι το HNB-GW λειτουργεί ως συμπυκνωτής για τη συγκέντρωση ενός μεγάλου αριθμού HNBs τα οποία λογικά εκπροσωπούνται ως μία ενιαία IuCS / IuPS διεπαφή στο CN. Με άλλα λόγια, από τη σκοπιά του CN, φαίνεται σαν να είναι συνδεδεμένη με ένα μόνο μεγάλο, ελεγκτής δικτύου ραδιοσυχνότητας (RNC). Αυτό ικανοποιεί μια βασική προϋπόθεση από τους φορείς εκμετάλλευσης του συστήματος 3GPP και πολλούς κατασκευαστές ότι η femtocell αρχιτεκτονική του συστήματος δεν απαιτεί οποιεσδήποτε αλλαγές στα υπάρχοντα συστήματα CN.

Η ασύρματη διεπαφή μεταξύ του HNB και UE είναι η υπάρχουσα διεπαφή Uu. Ουσιαστικά, το υφιστάμενο πρότυπο επαναχρησιμοποιείται αμετάβλητο, εκτός από κάποιες μικρές τροποποιήσεις, προκειμένου να φιλοξενήσει ειδικές ανάγκες του HNB, όπως η ένταξη των σχετικών πληροφοριών της κλειστής ομάδας συνδρομητή (CSG) στο RRC στην διεπαφή Uu.

5.7.2 Iuh

Το Σχήμα 2 δείχνει τη στοίβα πρωτοκόλλων για τη διεπαφή Iuh μεταξύ των HNB, SeGW και HNBGW.

Δύο νέα πρωτόκολλα ορίστηκαν για την αντιμετώπιση ειδικές διαφορές του HNB από το υπάρχον πρωτόκολλο διεπαφής Iu με τους σταθμούς βάσης 3GPP UMTS (κυρίως, RANAP στο στρώμα εφαρμογής). Εμφανίζονται σε κουτιά με έντονο περίγραμμα στο σχήμα 2.

- **HNB Πρωτόκολλο Εφαρμογής (HNBAP):** Ένα πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής που παρέχει ειδικά χαρακτηριστικά ελέγχου του HNB μοναδικά για την ανάπτυξη του HNB / femtocell (π.χ., η καταχώριση της συσκευής HNB με την HNBGW).
- **RANAP Προσαρμογή χρήστη (RUA):** Παρέχει μια ελαφριά λειτουργία προσαρμογής για να επιτραπούν τα μηνύματα RANAP και οι πληροφορίες σηματοδότησης για να μεταφέρονται απευθείας μέσω Stream Control Transport Protocol (SCTP) αντί της Iu, η οποία χρησιμοποιεί ένα βαρύτερο και πιο περίπλοκο πρωτόκολλο στοίβας που είναι λιγότερο κατάλληλο για femtocells λειτουργώντας σε μη έμπιστα δίκτυα από τους οικιακούς χρήστες (π.χ., μεταφέρονται μέσω συνδέσεις DSL ή καλωδιακού modem).

Το Σχήμα 3 είναι μία άλλη αναπαράσταση του διαγράμματος του πρωτοκόλλου στοίβας που χρησιμοποιείται στο TS 25.467.

5.8 Ραδιοσυχνότητες και θέματα ελάχιστης απόδοσης

Τα femtocells εγείρουν ορισμένες ανησυχίες σχετικά με τη δυνατότητα ραδιοφωνικών παρεμβολών που είναι ιδιαίτερα μοναδικά στα λειτουργικά χαρακτηριστικά, το περιβάλλον ανάπτυξης, τις μεθόδους διαχείρισης, καθώς και τις πτυχές της ασφάλειας των femtocells. Σημαντική προσπάθεια έχει γίνει στην έρευνα και τον χαρακτηρισμό των εν λόγω προβλημάτων, ώστε να διασφαλίσουμε ότι υπάρχουν αποτελεσματικές και ισχυρές λύσεις για την πρόληψη της δημιουργίας από τα femtocells δυνητικών καταστροφικών προβλημάτων που οφείλονται σε αλληλεπιδράσεις μεταξύ femtocell συσκευών, καθώς και μεταξύ femtocells και των υφιστάμενων (ή μελλοντικά) μακροκυτταρικών δικτύων ασύρματης πρόσβασης. Αυτές οι δραστηριότητες έχουν πραγματοποιηθεί στο φόρουμ Femto και το 3GPP RAN4 TSG, μεταξύ άλλων αγορών. Μετά από αυτές τις έρευνες, υπάρχει ευρεία συναίνεση της βιομηχανίας και στις δύο αφορές ότι υπάρχουν πρακτικές λύσεις για την επίλυση των δυνητικά σοβαρών παρεμβολών ραδιοσυχνοτήτων που προκαλεί η

εισαγωγή των femtocells. Επειδή πολύ μικρά δίκτυα πρέπει να συνυπάρχουν με μη τροποποιημένα UMTS δίκτυα ασύρματης πρόσβασης και την παροχή υπηρεσιών σε υφιστάμενες αναπτυγμένες κινητές συσκευές, χωρίς να είναι δυνατές αλλαγές στα πρότυπα που υπάρχουν, και κανένα δεν έχει γίνει.

Ένα δεύτερο θέμα σχετικά με την ραδιοτεχνολογία είναι οι αυστηροί κανόνες που ελέγχουν την ποιότητα του ραδιοσήματος και θέματα παρεμβολών των συσκευών που είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές UMTS ραδιοφώνου όταν αυτές λειτουργούν σε αδειοδοτημένο φάσμα. Οι κανόνες αυτοί (μερικές φορές αναφέρονται ως η ελάχιστη απόδοση) γενικά έχουν δημιουργηθεί από την προοπτική των υφιστάμενων μακροκυτταρικών συστημάτων και τις εξελίξεις, και έτσι είναι ακατάλληλο με κάποιους τρόπους για μικρές, συνήθως χαμηλής ισχύος, αυτόνομες συσκευές femtocell (HNB) που έχουν αναπτυχθεί από τελικούς χρήστες σε ανεξέλεγκτα περιβάλλοντα και υπόκεινται σε πολύ επιθετικούς στόχους του κόστους. Το 3GPP RAN4 έχει ασχοληθεί με αυτά τα θέματα και τροποποίησε τις ελάχιστες προδιαγραφές απόδοσης για την αντιμετώπιση ειδικών ζητημάτων των femtocell όπως είναι οι απαιτήσεις ακρίβεια στο χρονοδιάγραμμα, τις κατηγορίες ισχύος μετάδοσης, καθώς και απαιτήσεις εκπομπών εκτός ζώνης(π.χ., μάσκες κυματομορφής μετάδοσης).

5.9 Υπηρεσίες κυκλώματος και πακέτου

Στην αρχιτεκτονική 3GPP UMTS HNB, όλες οι υπηρεσίες του κυκλώματος και του πακέτου παρέχονται μέσω των υφιστάμενων στοιχείων του CN με τη χρήση των υφιστάμενων διεπαφών και τις στοιβες πρωτοκόλλου από το HNB-GW με τις υπάρχουσες οντότητες CN. Συγκεκριμένα, οι υπηρεσίες του κυκλώματος (π.χ., η φωνή του κυκλώματος κλήσεων) υλοποιείται χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα IuCS στοιβία πρωτοκόλλου και οι υπηρεσίες πακέτου (π.χ., υπηρεσίες IP για την υποστήριξη πακέτων δεδομένων εφαρμογών σε κινητές συσκευές) έχουν υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας την υπάρχουσα IuPS στοιβία πρωτοκόλλου. Συλλογικά, οι IuCS και IuPS αναφέρονται ως Iu.

5.10 Ζητήματα Ασφάλειας

Η ασφάλεια για τα femtocell δίκτυα αποτελείται από δύο κύρια μέρη: την πιστοποίηση της συσκευής femtocell (HNB), και την κρυπτογράφηση του κομιστή και τον έλεγχο των πληροφοριών σε όλη την μη αξιόπιστη σύνδεση στο Internet μεταξύ του HNB και του HNB-GW (π.χ. μη ασφαλή εμπορική υπηρεσία Internet). Η αρχιτεκτονική του femtocell 3GPP UMTS παρέχει λύσεις για τα δύο αυτά προβλήματα. Το 3GPP δεν ήταν σε θέση να ολοκληρώσει την προτυποποίηση των ζητημάτων της ασφάλειας στην UMTS Release 8. Ωστόσο, οι βασικές πτυχές της αρχιτεκτονικής συμφωνήσαν και εν μέρει καθοδηγείται από την ευρεία υποστήριξη της βιομηχανίας για την επίτευξη συναίνεσης στην αρχιτεκτονική ασφαλείας και διευκολύνεται στις συζητήσεις στο πλαίσιο του Φόρουμ Femto. Όλες οι

προδιαγραφές ασφαλείας θα πρέπει να ολοκληρωθούν στο UMTS Release 9 (στόχος για το τέλος του 2009).

5.10.1 Πιστοποίηση συσκευής HNB

Οι συσκευές HNB έχουν πάντα ένα καθολικά μοναδικό αναγνωριστικό (HNB-ID) και τα διαπιστευτήρια ασφαλείας που επιτρέπουν την αμοιβαία επαλήθευση ταυτότητας μεταξύ του HNB και του SeGW που χρησιμεύει ως σημείο πρόσβασης στο CN του διαχειριστή συστήματος του HNB. Η αμοιβαία επαλήθευση ταυτότητας πραγματοποιείται με τη χρήση πιστοποιητικών X.509 που έχουν ρυθμιστεί στο HNB και το HNBGW. Επιπλέον, οι συσκευές HNB μπορεί επίσης να έχουν ένα προαιρετικό UICC (παρόμοιο με μια κάρτα SIM σε φορητές συσκευές GSM και UMTS), το οποίο ορίζει ένα δευτερεύον εξυπηρετητή ID και προσφέρει το δικό του ασφαλή έλεγχο ταυτότητας. Το HNB και το HNB-GW χρησιμοποιούν τα Engineering Task Force Διαδικτύου (IETF) IKEv2 πρωτόκολλα για να εκτελέσουν αμοιβαίο έλεγχο ταυτότητας του HNB και του HNB-GW, και (προαιρετικά) εκτελούν δευτεροβάθμιο έλεγχο ταυτότητας του εξυπηρετητή ID μεταξύ του HNB-GW και του UICC στο HNB.

5.10.2 Κρυπτογράφηση

Η κρυπτογράφηση μέσω του δικτύου μεταφοράς IP μεταξύ HNB και HNB-GW γίνεται χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα IETF IPsec μετά τη συσκευή IKEv2 HNB και τις διαδικασίες επαλήθευσης (προαιρετικά) που εξυπηρετούνται.

Το 3GPP ερευνά προς το παρόν μεθόδους για να εξασφαλίσει την ίδια τη συσκευή HNB καθώς και το υπολογιστικό περιβάλλον, αλλά η τελική αρχιτεκτονική και τα ειδικά πρωτόκολλα δεν έχουν ακόμη συμφωνηθεί από την κοινότητα προτύπων.

5.11 QoS – Ποιότητα Υπηρεσιών

Οι προδιαγραφές 3GPP έχουν ορίσει τέσσερις τύπους κυκλοφορίας (ομιλητικός, μεταδοτικός, διαδραστικός, και του υπόβαθρου). Δεδομένου ότι το femtocell αναπτύσσεται χωρίς τη χρήση των σχετικών στις σταθερών ευρυζωνικών συνδέσεων τεχνολογία, όπως το xDSL, το QoS είναι μία από τις πτυχές που απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή για τη συντήρηση και τη διατήρηση της ποιότητας των υπηρεσιών.

Συγκεκριμένα, η uplink κατεύθυνση από το femto στο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας είναι ο πρωταρχικός στόχος σε αυτόν τον τομέα, δεδομένου ότι οι σταθερές ευρυζωνικές τεχνολογίες είναι συνήθως ασύμμετρες στην χωρητικότητα της σύνδεσης, και το uplink είναι συνήθως αυτό με τη μικρότερη χωρητικότητα. Επιπλέον, η ευρυζωνική σύνδεση θα μοιράζεται πιθανώς και στην femto και στη μη femto κυκλοφορία. Από την άποψη αυτή, το σύστημα QoS στην uplink κατεύθυνση πρέπει να σχεδιαστεί προσεκτικά για να διατηρηθούν τα QoS της κινητής τηλεφωνίας (μέσω του femtocell), καθώς και εκείνη της σταθερής τηλεφωνίας.

5.12 Διαχείριση

Η διαχείριση του femtocell αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά που αντιπροσωπεύουν μια ριζική αναχώρηση από το υπάρχον δίκτυο κινητής τηλεφωνίας . Από την άποψη της αρχιτεκτονικής, το femtocell είναι μια λογική επέκταση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ως εκ τούτου μπορεί να θεωρηθεί μέσω του υφιστάμενου δικτύου κινητής τηλεφωνίας ένα μοντέλο διαχείρισης της υποδομής. Ωστόσο, το ίδιο το femtocell μοιράζεται πολλά χαρακτηριστικά των οικιστικών καταναλωτικών CPE συσκευών. Συνεπώς, οι προσαρμογές θα χρειαστούν για τη διαχείριση του femto.

Συγκεκριμένα, μια εταιρεία κινητής τηλεφωνίας δεν έχει πλέον μία ειδική οπισθοσύζευξη από το ίδιο το femtocell στο δίκτυο κινητής πρόσβασης. Έχει εγκατασταθεί κανονικά και λειτουργεί στις συσκευές του τελικού χρήστη. Η φυσική συσκευή δεν είναι πλέον υπό τον άμεσο έλεγχο της κινητής τηλεφωνίας. Επιπλέον, εάν η ευρυζωνική υπηρεσία παρέχεται από τρίτο φορέα (δηλαδή , άλλο πάροχο υπηρεσιών Internet [ISP]), μπορεί να είναι εκτός του ελέγχου του φορέα εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας. Αυτό αντιπροσωπεύει μια κατάσταση, οι φορείς εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας που δεν έχουν προηγουμένως αντιμετωπίσει προκειμένου να λειτουργούν και να διαχειρίζονται το δίκτυο.

Για την οικιακή διαχείριση των συσκευών CPE, η σταθερή ευρυζωνική βιομηχανία έχει ήδη ορίσει ένα προτυποποιημένο μηχανισμό απομακρυσμένης διαχείρισης. Το BBF δημιούργησε το CWMP, που αναφέρεται επίσης ως TR- 069. Το TR - 069 ορίζει ένα γενικό πλαίσιο για τη δημιουργία σύνδεσης μεταξύ του CPE και τον αυτόματο διακομιστή διαμόρφωσης (ACS) για την παροχή διαμόρφωσης του CPE. Τα μηνύματα καθορίζονται με μεθόδους του Simple Object Access Protocol (SOAP) που βασίζονται στην κωδικοποίηση της XML, που μεταφέρεται μέσω HTTP / TCP. Είναι ευέλικτο και αρκετά εκτεταμένο ώστε να ενσωματώνει διάφορους τύπους συσκευών CPE χρησιμοποιώντας διάφορες τεχνολογίες. Στην πραγματικότητα, αν και το TR - 069 είχε αρχικά δημιουργηθεί για να διαχειριστεί τη συσκευή DSL πύλη, έχει υιοθετηθεί από πολλούς άλλους τύπους συσκευών και τεχνολογιών.

Οι παροχές των θεμελιωδών λειτουργιών του TR- 069 έχουν ως εξής:

- Αυτόματη ρύθμιση του CPE και δυναμική υπηρεσία τροφοδοσίας
- Λογισμικό/firmware διαχείρισης και αναβάθμισης
- Κατάσταση και παρακολούθηση των επιδόσεων
- Διαγνωστικά

Οι παράμετροι αυτόματης διαμόρφωσης ορίζονται σε ένα μοντέλο δεδομένων. Προδιαγραφές μοντέλων πολλαπλών δεδομένων υπάρχουν στο BBF, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες των διαφόρων τύπων συσκευών CPE. Στην πραγματικότητα, το μοντέλο δεδομένων TR - 069 είναι μια οικογένεια των εγγράφων που έχει αναπτυχθεί

όλα αυτά τα χρόνια, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες υποστήριξης των νέων τύπων συσκευών CPE που αναδύονται στην αγορά . Από την άποψη αυτή, το femtocell δεν αποτελεί εξαίρεση. Ωστόσο, τα δύο πιο κοινά και γενικά μοντέλα δεδομένων είναι:

- TR - 098 : "Συσκευή Πύλης Διαδικτύου Μοντέλου Δεδομένων για TR - 069 »
- TR - 106 : " Πρότυπο Μοντέλο Δεδομένων για TR - 069 - enabled συσκευές »

Το TR- 098 είναι το μοντέλο δεδομένων για τη συσκευή DSL πύλη και το TR- 106 για τις άλλες γενικές συσκευές CPE που είναι συνδεδεμένες με τη συσκευή TR- 098. Με άλλα λόγια, το TR - 106 είναι ένα πρότυπο που καθορίζει το κοινό ελάχιστο σύνολο των παραμέτρων που πρέπει να χρησιμοποιείται για κάθε τύπο συσκευής CPE στην πύλη DSL που τερματίζει τη σύνδεση xDSL.

Το μοντέλο δεδομένων του femtocell σημείο πρόσβασης (FAP) ονομάζεται TR-196. Βασίζεται στο TR-098, προκειμένου να επωφεληθεί από μερικά από τα προηγμένα χαρακτηριστικά που δεν είναι διαθέσιμα στο TR-106. Οι παράμετροι του TR-196 καλύπτουν τη διαχείριση διαμόρφωσης, τη διαχείριση κατάστασης, τη διαχείριση σφαλμάτων, καθώς και τη διαχείριση των επιδόσεων.

6. Εξοικονόμηση Ενέργειας με τη χρήση Machine-to-Machine Επικοινωνίες

Τα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα είναι υπεύθυνα για περίπου το 2% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας. Καθώς η κίνηση των δεδομένων συνεχίζει να αυξάνεται λόγω της διάδοσης των έξυπνων τηλεφωνικών συσκευών, η μείωση εκπομπής αερίων θερμοκηπίου μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του δικτύου γίνεται ολοένα και πιο σημαντική. Προς αυτή την κατεύθυνση γίνονται πολλές κινήσεις με την χρήση των Machine to Machine επικοινωνιών.

Το παρόν έγγραφο παρουσιάζει μερικούς από τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας με την χρήση των M2M επικοινωνιών.

- Ενεργειακή Εξοικονόμηση AF Αναμετάδοσης υπό Περιορισμούς Σφάλματος Απόδοσης με Εφαρμογή σε M2M Δίκτυα
- Αλγόριθμοι Ενεργειακής Εξοικονόμησης και Αξιολογήσεις για Διαχείριση Μαζικής Πρόσβασης σε M2M Επικοινωνίες Κυψέλης
- Ενεργειακή Εξοικονόμηση Τυχαίας Πρόσβασης για Machine to Machine Επικοινωνίες
- Ενεργειακή Εξοικονόμηση μέσω του Ελεγχου Μαζικής Πρόσβασης και Συστημάτων Κατανομής Πόρων για M2M Επικοινωνίες σε OFDMA Δίκτυα Κυψελών
- ENERSIP πλατφόρμα με βάση τις M2M για την εξοικονόμηση ενέργειας μεταξύ ενεργειακά θετικών γειτόνων
- Machine to Machine Επικοινωνίες για Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Σπιτιού σε έξυπνο δίκτυο

6.1 Ενεργειακή Εξοικονόμηση AF Αναμετάδοσης υπό Περιορισμούς Σφάλματος Απόδοσης με Εφαρμογή σε M2M Δίκτυα

Στο έγγραφο αυτό, θεωρούμε ένα σύστημα επικοινωνίας M2M, όπου ένας κόμβος πηγή επικοινωνεί με τον αντίστοιχο κόμβο προορισμού με τη βοήθεια ενός ή περισσότερων κόμβων αναμετάδοσης. Ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η συνολική μεταδιδόμενη ισχύς στα στους αναμεταδότες, σύμφωνα με ειδικούς περιορισμούς της απόδοσης εφαρμογών.

Προκειμένου να λάβουμε πληροφορίες για μια ισορροπημένη ανταλλαγή μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας και την απόδοση σφάλματος, αντί να βρούμε την βέλτιστη σειρά αναμετάδοσης, επιδιώκουμε να καθοριστεί η βέλτιστη ενέργεια μετάδοσης που καταναλώνεται σε κάθε κόμβο αναμετάδοσης, παρέχοντας παράλληλα την ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) διαβεβαίωσης στον δέκτη.

Ο περιορισμός της ενέργειας του κάθε κέντρου λαμβάνεται υπόψη, καθορίζοντας τη μέγιστη τιμή για τη στιγμιαία μεταδιδόμενη ενέργεια τους.

Θεωρούμε ένα κόμβο πηγής S που μεταδίδει ένα σήμα s με ενιαία ενέργεια προς τον κόμβο προορισμού D, μέσω L AF κόμβων μετεγκατάστασης, Rj. Αν η ενέργεια μετάδοσης της πηγής είναι Es, τότε το λαμβανόμενο σήμα στη j-οστή μετάδοση θα είναι :

$$r_j = \sqrt{E_S} h_{S,j} s + n_{S,j}, \quad (1)$$

όπου, $h_{S,j}$ είναι η μείωση του πλάτους στο κανάλι S-Rj και $N_{S,j}$ είναι ο προστιθέμενος λευκός Γκαουσιανός θόρυβος (AWGN) στο αντίστοιχο κανάλι, με διακύμανση $N_{S,j} = N_j$.

Το κέρδος G_j από Rj, είναι :

$$G_j^2 = \frac{E_{j,max}}{E_S h_{S,j}^2 + N_j} \quad (2)$$

Το σήμα της j-οστής μετάδοσης είναι :

$$s_j = \frac{\sqrt{x_j E_{j,max}}}{G_j} r_j = \frac{\sqrt{x_j E_{j,max}} r_j}{\sqrt{E_S |h_{S,j}|^2 + N_j}}, \quad (3)$$

Το λαμβανόμενο σήμα μπορεί να αποτυπωθεί ως :

$$r_D = s_j h_{j,D} + n_{j,D}, \quad (4)$$

Και όπου $h_{j,D}$ είναι η μείωση του πλάτους και $n_{j,D}$ ο προστιθέμενος λευκός Γκαουσιανός θόρυβος. Με το στιγμιαίο λόγο σήματος-θορύβου να είναι :

$$\gamma_j = \frac{\gamma_{S_j} \gamma_{D_j}}{\gamma_{S_j} + \gamma_{D_j} + 1}, \quad (5)$$

Με τα γ_{S_j} γ_{D_j} να είναι οι στιγμιαίοι λόγοι S-Rj και Rj-D αντίστοιχα :

$$\gamma_{S_j} = \frac{E_S |h_{S,j}|^2}{N_j} \text{ and } \gamma_{D_j} = \frac{x_j E_{j,max}}{G_j^2} \frac{|h_{j,D}|^2}{N_D} \quad (6)$$

Και έτσι ο στιγμιαίος λόγος σήματος-θορύβου γίνεται:

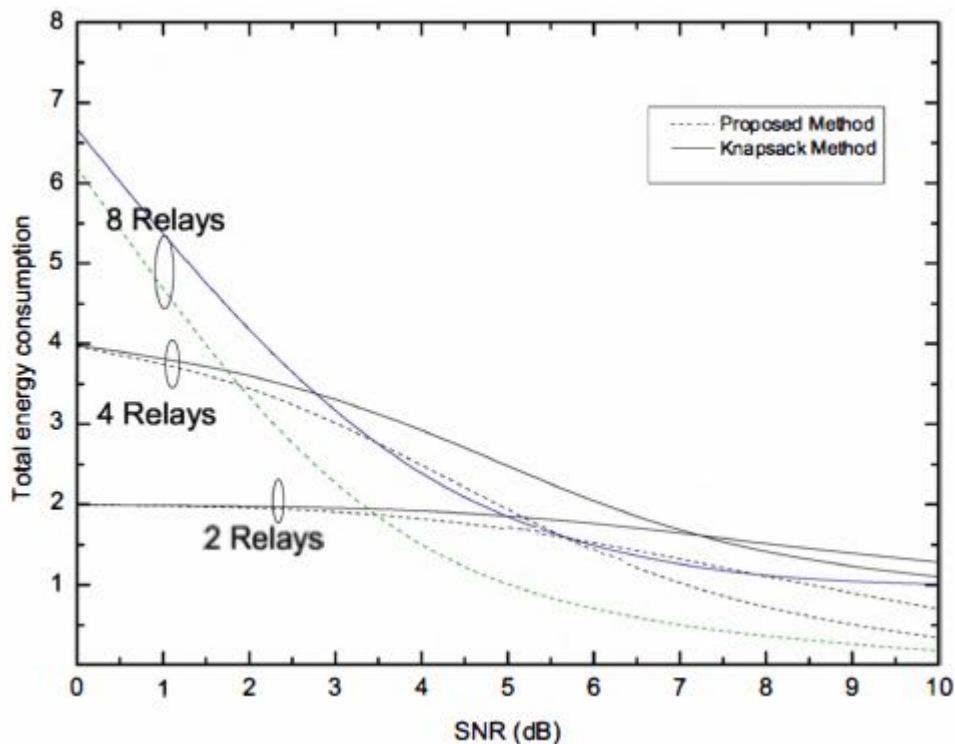
$$\gamma_j = \frac{x_j \frac{E_S |h_{S,j}|^2}{N_j} \frac{E_{j,\max}}{G_j^2} \frac{|h_{j,D}|^2}{N_D}}{\frac{E_S |h_{S,j}|^2}{N_j} + x_j \frac{E_{j,\max}}{G_j^2} \frac{|h_{j,D}|^2}{N_D} + 1},$$

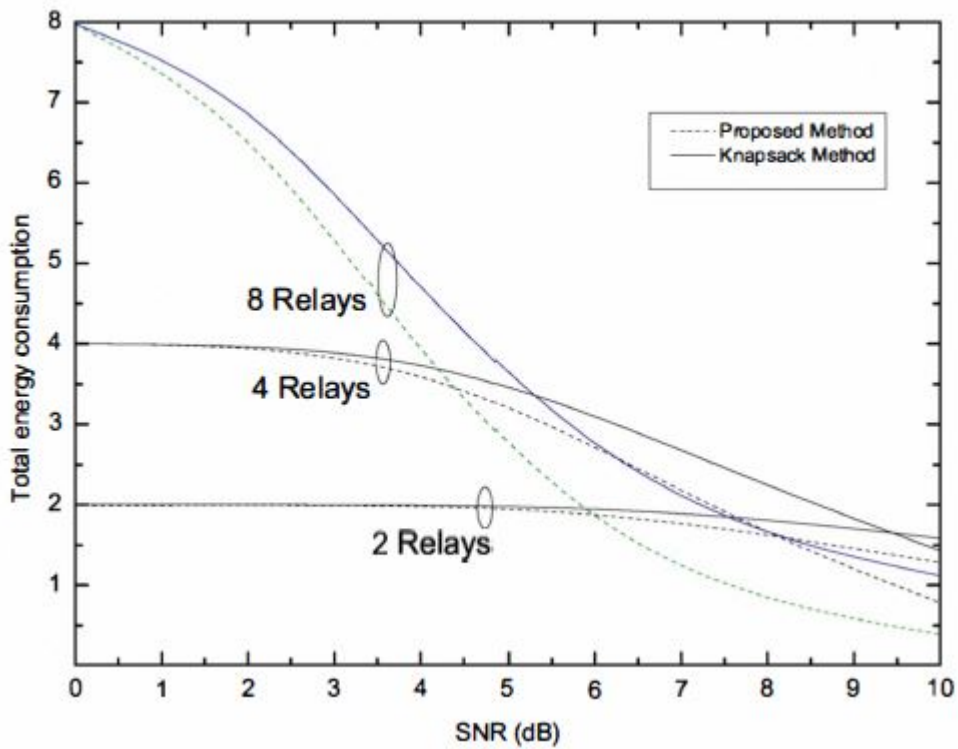
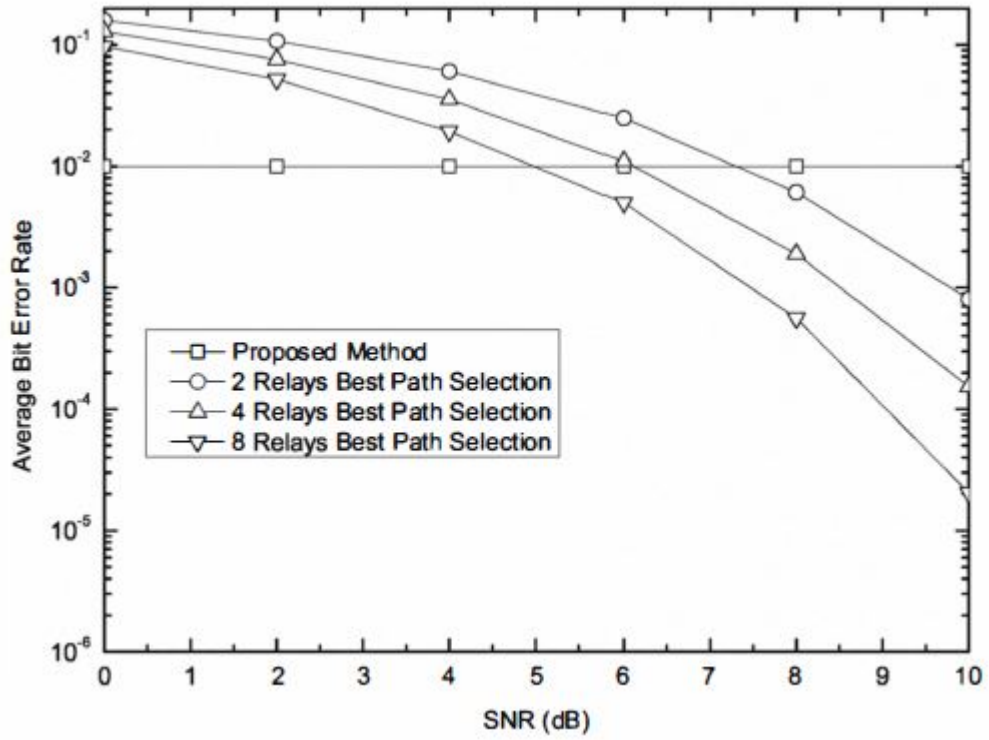
Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης είναι :

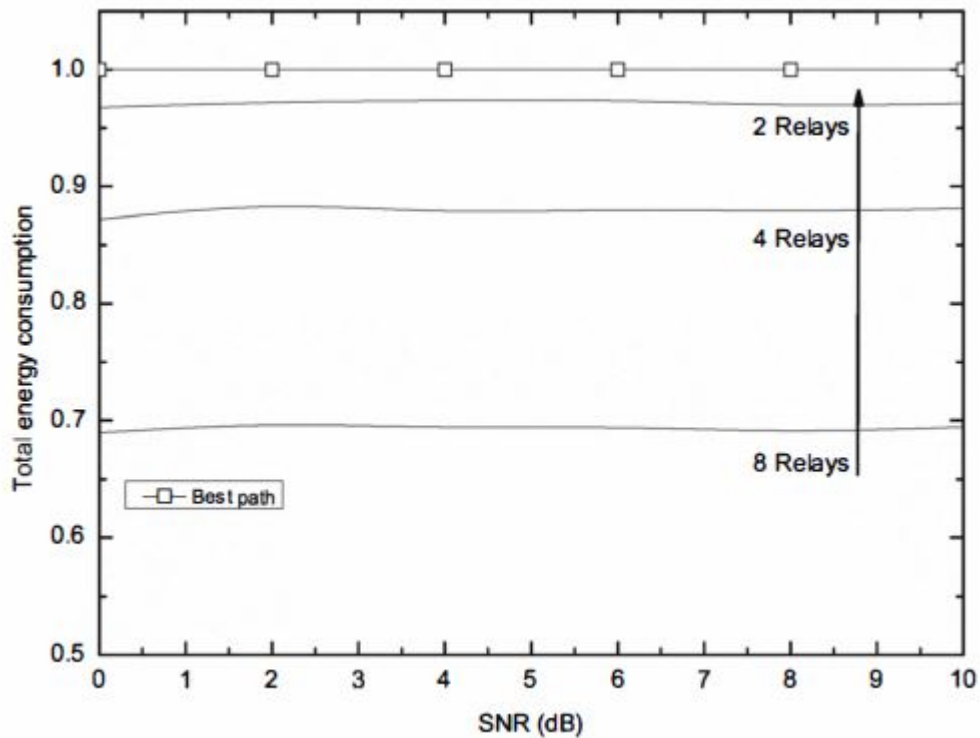
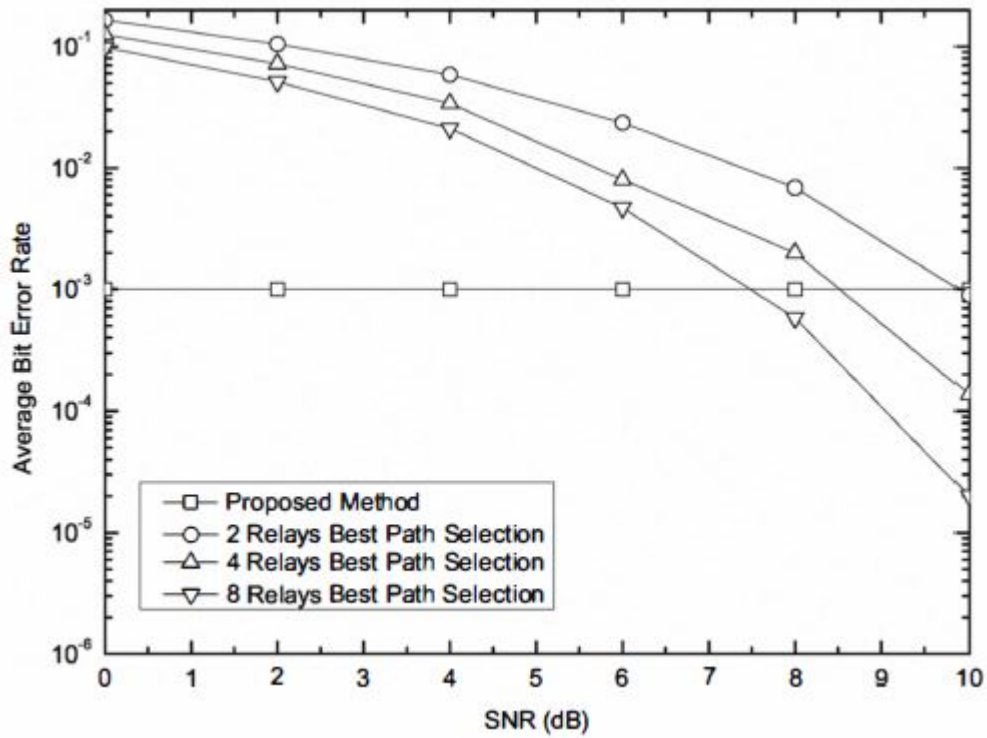
Θεωρούμε ότι οι μέγιστη μετάδοση ενεργειών είναι πανομοιότυπη με την ισχύ μετάδοσης της πηγής. Η ενέργεια μετάδοσης της πηγής και η μέγιστη ενέργεια μετάδοσης όλων των κέντρων έχει οριστεί σε 1. Το SNR κυμαίνεται από 0 dB έως 10 dB και για κάθε τιμή SNR, έχουν εκτελεστεί Μόντε Κάρλο προσομοιώσεις.

Τα αποτελέσματα της προτεινόμενης μεθόδου για τις επιλεγμένες τιμές του SNR και $\gamma_t = 10^{-2}$

SNR	2 Relays	4 Relays	8 Relays
0	0.9903	0.98	0.3893
4	0.8803	0.4956	0.0992
8	0.3893	0.0194	$5.5992 * 10^{-4}$







Στα σχήματα 1 και 3 παρουσιάζεται η κατανάλωση ενέργειας της προτεινόμενης μεθόδου και το πρόβλημα του knapsack υποθέτοντας $\gamma_t = 10^{-2}$ και $\gamma_t = 10^{-3}$ αντίστοιχα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι με την προτεινόμενη μέθοδο καταναλώνεται λιγότερη ενέργεια, σε σύγκριση με το σχήμα που προτείνεται στο. Η εξοικονόμηση

ενέργειας γίνονται όλο και μεγαλύτερη, καθώς ο αριθμός των διαθέσιμων κόμβοι αναμετάδοσης αυξάνεται.

Στα σχήματα 2 και 4 παρουσιάζουμε το μέσο ποσοστό σφάλματος της προτεινόμενης μεθόδου και το καλύτερο μονοπάτι αναμετάδοσης υποθέτοντας $\gamma_i = 10^{-2}$ και $\gamma_i = 10^{-3}$ αντίστοιχα. Η επιλεγμένη καλύτερη διαδρομή αναμετάδοσης αντιστοιχεί σε αυτή με το υψηλότερη SNR απο end-to-end. Όπως απεικονίζεται στα σχήματα, το ABEP του σχήματος επιλογής βέλτιστης διαδρομής μειώνεται καθώς αυξάνει το SNR, ενώ το ABEP του προτεινόμενου σχήματος είναι πάντα ίσο προς το στόχο. Αυτό σημαίνει ότι καμία ενέργεια δεν σπαταλάται για ABEPs που δεν είναι απαραίτητη. Ωστόσο, είναι προφανές ότι δεν είναι πάντα δυνατόν να επιτευχθεί ο στόχος ABEP, η αντίστοιχη πιθανότητα διακοπής παρουσιάζεται στον πίνακα για επιλεγμένες τιμές του SNR και $\gamma_i = 10^{-2}$. Η πιθανότητα διακοπής ορίζεται ως το ποσοστό του αριθμού των φορών που η προτεινόμενη μέθοδος αποτυγχάνει να ανταποκριθεί στο στόχο SNR. Η πιθανότητα διακοπής της προβλήματος εξαρτάται από το επιλεγμένο κατώφλι.

Στο σχήμα 5 παρουσιάζουμε την κατανάλωση ενέργειας της προτεινόμενης μεθόδου και το καλύτερο μονοπάτι αναμετάδοσης, όταν έχει το γ_i οριστεί ίσο με το SNR της βέλτιστης διαδρομής end-to-end. Όπως φαίνεται στο σχήμα, η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρότερη για αύξηση του αριθμού των αναμεταδόσεων.

6.2 Αλγόριθμοι Ενεργειακής Εξοικονόμησης και Αξιολογήσεις για Διαχείριση Μαζικής Πρόσβασης σε M2M Επικοινωνίες Κυψέλης

Δεδομένου ότι οι περισσότερες από τις κινητές συσκευές είναι εξοπλισμένες με μπαταρία, η ενεργειακή απόδοση είναι ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα που πρέπει να εξετάσουμε.

Οι φιλολογίες παραπάνω δεν θεωρούν μαζική διαχείριση της πρόσβασης και της ενεργειακής απόδοσης μαζί. Ωστόσο, και τα δύο θέματα είναι ζωτικής σημασίας για τα συστήματα MTC που αποτελούνται από τεράστιο αριθμό MD με περιορισμένη ενέργεια. Ως εκ τούτου, το παρόν έγγραφο, θα επιλύσει το πρόβλημα με την εφαρμογή ομαδοποίησης και επιλογής συντονιστή. Εκτελώντας ομαδοποίηση περιορίζεται η ποσότητα της πρόσβασης από τις MD στην BS και η επιλογή συντονιστή εγγυάται χαμηλή EC. Συνδυασμός των καθεστώτων ομαδοποίησης και επιλογής συντονιστή μας δίνει αλγόριθμους ελέγχου πρόσβασης MD για τη μείωση uplink EC του συστήματος MTC.

ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Υποθέτουμε ότι υπάρχουν M ξεχωριστές MD τυχαία τοποθετημένες μέσα σε ένα κυψελωτό δίκτυο με μία μοναδική κεντρική BS, όπου η κάθε MD είναι εξοπλισμένη με συσκευή μετάδοσης την κατάσταση του καναλιού την γνωρίζει η BS. Όπως στο παρακάτω σχήμα.

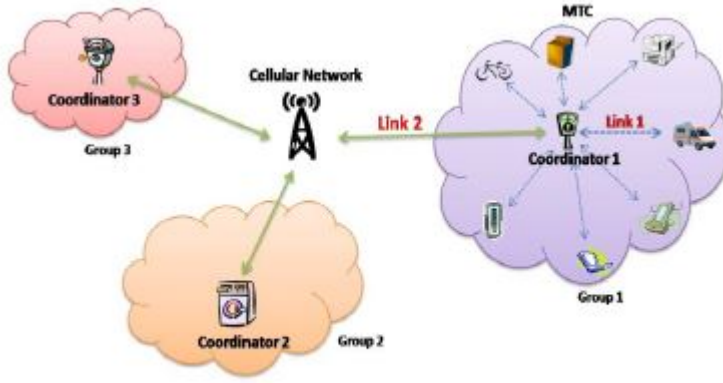


Fig.1 Proposed MTC system model

Αντιστοιχούμε το κανάλι μεταξύ MD και συντονιστή ως Link 1, και το κανάλι μεταξύ του συντονιστή και της BS ως Link 2. Το Link 1 θα πρέπει να λειτουργεί σε διαφορετικό εύρος ζώνης από το Link 2, προκειμένου να μην επηρεάσει τη μετάδοση στο Link 2.

Πολλές από τις εφαρμογές MTC, όπως οι αισθητήρες περιβάλλοντος, λειτουργούν με μπαταρία, έτσι λαμβάνεται υπόψη η uplink μετάδοση. Στην περίπτωση μας, θεωρούμε τη μετάδοση από το MD στον συντονιστή του με το Link 1, και από το συντονιστή στο BS με το Link 2.

Τα λαμβανόμενα σήματα για τα Link 1 και 2 είναι :

$$\text{Link 1 : } y_{L1}(MD_i^j, MD_i^{c_i}) = h_{L1}(MD_i^j, MD_i^{c_i})x_k + n(MD_i^j, MD_i^{c_i}) \quad (1)$$

$$\text{Link 2 : } y_{L2}(MD_i^{c_i}, BS) = h_{L2}(MD_i^{c_i}, BS)x_k + n(MD_i^{c_i}, BS) \quad (2)$$

Ο σχετικός εφικτός ρυθμός bits/sec/Hz για το Link 1 είναι :

$$R_{L1}(MD_i^j, MD_i^{c_i}) = B_{L1} \log_2 \left[1 + \frac{P_t |h_{L1}(MD_i^j, MD_i^{c_i})|^2}{N_0 B_{L1}} \right] \quad (3)$$

$$R_{L2}(MD_i^{c_i}, BS) = B_{L2} \log_2 \left[1 + \frac{P_t |h_{L2}(MD_i^{c_i}, BS)|^2}{N_0 B_{L2}} \right] \quad (4)$$

Ενώ για το Link 2 είναι :

Επιπλέον η κατανάλωση ενέργειας για το Link 1 είναι :

$$EC_i^{j \neq c_i} = \frac{P_s}{R_{L1}(MD_i^j, MD_i^{c_i})} P_t \quad (5)$$

$$EC_i = \sum_{j \neq c_i} EC_i^j + n_i \frac{P_s}{R_{L2}(MD_i^{c_i}, BS)} P_t \quad (6)$$

Ενώ για το Link 2 είναι :

$$EC = \sum_i^G EC_i \quad (7)$$

Και η συνολική του συστήματος MTC :

Ομαδοποίηση των MD και επιλογή συντονιστή.

Ομαδοποίηση

Γίνετε χρήση του αλγορίθμου K-means ο οποίος συσταδοποιεί τα δεδομένα ταχύτητα με χαμηλή πολυπολκότητα. Η κύρια ιδέα είναι να εκχωρήσουμε k centroids, ένα για κάθε ομάδα, και στη συνέχεια συνδέουμε το κάθε σημείο στο πλησιέστερο centroid για να σχηματίσουμε ομάδες. Τα k centroids θα αλλάζουν την τοποθεσία τους βήμα-βήμα μέχρι να μην γίνεται άλλη αλλαγή. Κάθε MD είναι συνδεδεμένο στο centroid με το υψηλότερο κέρδος καναλιού αντί της μικρότερης απόστασης.

Επιλογή Συντονιστή

Η Επιλογή Συντονιστή εκτελείται σε κάθε ομάδα που σχηματίστηκε από τον K-means. Τα προτεινόμενα συστήματα επιλογής συντονιστή κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, με ή χωρίς αντάλλαξη του Link 2, και μια κατηγορία για τα συστήματα που δεν μπορεί να είναι κατάλληλα για τις δύο πρώτες κατηγορίες. Δίδεται μία ομάδα που αποτελείται από n σημεία, που υποδηλώνεται ως x_1, \dots, x_n , και οι συντονιστές δηλώνονται ως x_{cor} .

α) Συστήματα χωρίς εξέταση της κατάστασης του καναλιού μεταξύ του συντονιστή και του BS.

- Σύστημα μέσου κέρδους καναλιού (Med-CG): επιλέγει ως συντονιστή το MD του οποίου καναλιού το κέρδος είναι το μέσο μεταξύ όλων των MD.

$$x_{cor} = \arg \operatorname{median}_{x_k} h_{L2}(x_k, BS) \quad \forall k \quad (11)$$

- A-means : επιλέγει το συντονιστή ο οποίος έχει το μεγαλύτερο αριθμητικό μέσο κέρδος καναλιού με τα άλλα MD στην ομάδα.

$$x_{cor} = \arg \max_{x_k} \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{j \neq k} h_{L1}(x_k, x_j) \right\} \quad \forall j \quad (12)$$

G-means : Όπως το (11) μόνο που αντί για το αριθμητικό μέσο εφαρμόζει το

$$x_{cor} = \arg \max_{x_k} \left\{ \sqrt[n-1]{\prod_{j \neq k} h_{L1}(x_k, x_j)} \right\} \quad \forall j \quad (13)$$

γεωμετρικό μέσο.

β) Συστήματα με εξέταση της κατάστασης του καναλιού μεταξύ του συντονιστή και του BS.

Εξετάζοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τα παραπάνω συστήματα μπορεί να είναι κατάλληλες επιλογές για την επιλογή συντονιστή όμως η κατανάλωση ενέργειας αποτελείται από την κατανάλωση ενέργειας του Link 1 και του Link 2.

- Σύστημα Μέγιστου Κέρδους Καναλιού (Max-CG): επιλέγει απλά MD οποία έχει τη μέγιστη απολαβή καναλιού στο BS.

$$x_{cor} = \arg \max_{x_k} h_{L2}(x_k, BS) \forall k \quad (14)$$

- Τροποποιημένος A-means (Mod A-means): Επιπλέον στον A-means, προστείνεται ένας σταθμικός όρος για να λαμβάνει υπόψη το κέρδος καναλιού στο BS.

$$x_{cor} = \arg \max_{x_k} \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{j \neq k} h_{L1}(x_j, x_k) + w \times h_{L2}(x_k, BS) \right\} \forall k \quad (15)$$

- Τροποποιημένος G-means (Mod G-means): Ίδιος με τον (15), προστείνεται ένας σταθμικός όρος για να λαμβάνει υπόψη το κέρδος καναλιού στο BS.

$$x_{cor} = \arg \max_{x_k} \left\{ \sqrt[n-1]{\prod_{j \neq k} (h_{L1}(x_j, x_k))} + w \times h_{L2}(x_k, BS) \right\} \forall k \quad (16)$$

γ) Ειδικά Συστήματα

- Βέλτιστη κατανάλωση ενέργειας (Opt-EC): υλοποιεί εξαντλητική αναζήτηση για την ελαχιστοποίηση του EC σε κάθε ομάδα.

$$x_{cor} = \arg \min_{x_k} EC(x_k = coordinator) \forall k \quad (17)$$

- Κ Μέγιστο Κέρδος Καναλιού (K-Max-CG): Ο K-means χρησιμοποιείται για να εφαρμόσει την ομαδοποίηση. Ως εκ τούτου, ο K-Max-CG υλοποιεί ομαδοποίηση και την επιλογή συντονιστή μαζί.

Προτεινόμενοι Αλγόριθμοι

Οι προτεινόμενοι αλγόριθμοι εκτελούν K-means πρώτα και οι συντονιστές επιλέγονται από τα διάφορα συστήματα επιλογής. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να συγκεντρωθούν οι ανατεθειμένοι συντονιστές και η EC προέρχεται από την (7).

- Algorithm 1: K-means and A-means
- Algorithm 2: K-means and Mod A-means
- Algorithm 3: K-means and G-means
- Algorithm 4: K-means and Mod G-means
- Algorithm 5: K-means and Med-CG
- Algorithm 6: K-means and Max-CG
- Algorithm 7: K-means and Opt-EC
- Algorithm 8: K-Max-CG

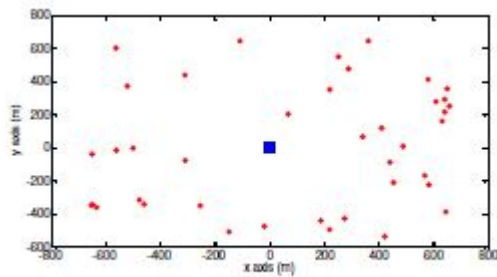
Αριθμητικά Αποτελέσματα και Αποφάσεις

Λαμβάνονται υπόψη ο Παράγοντας Σκίασης και η Απώλεια Μονοπατιού και οι παράμετροι συστήματος απαριθμούνται στον παρακάτω πίνακα .

TABLE I. SYSTEM PARAMETERS

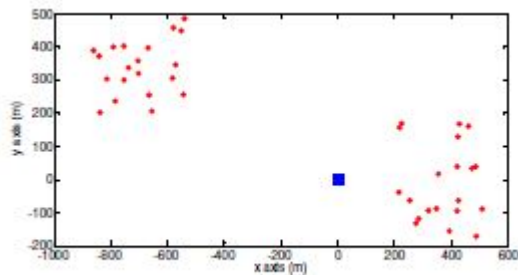
Amount of MD (M)	40
Radius (R)	700 meters
Packet Size (P_s)	20 bytes
Transmission Power (P_t)	0 dBm
Bandwidth ($BW_{k,1}, BW_{k,2}$)	15k Hz
Noise Power Spectrum Density (N_0)	-170 dBm/Hz
Weighting factor (w)	1
Max Link to BS (L)	10

Κατανομή MD, όπου το μπλε τετράγωνο δηλώνει BS και η κόκκινη κουκκίδα δηλώνει MD.



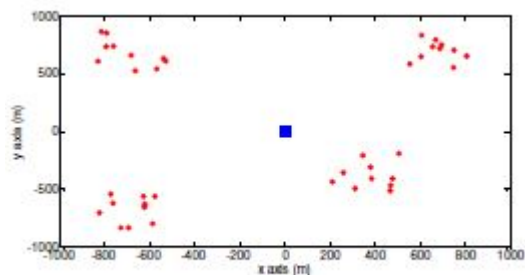
(a)

Τυχαία Κατανομή



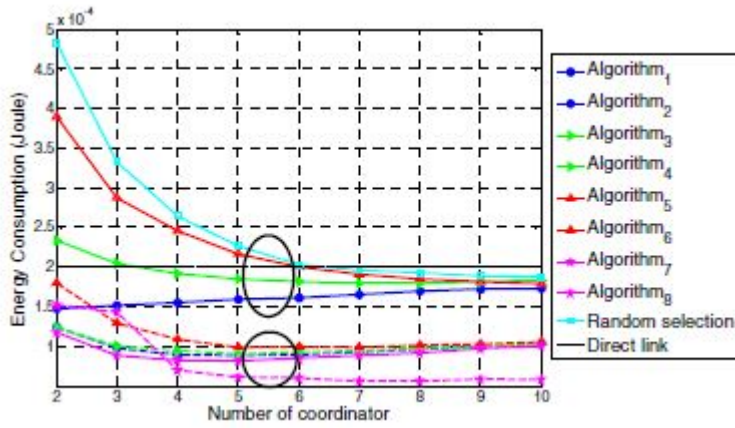
(b)

Κατανομή 1

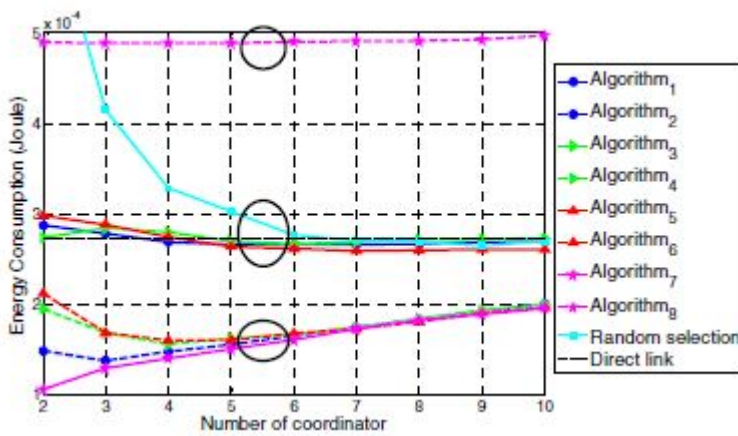


(c)

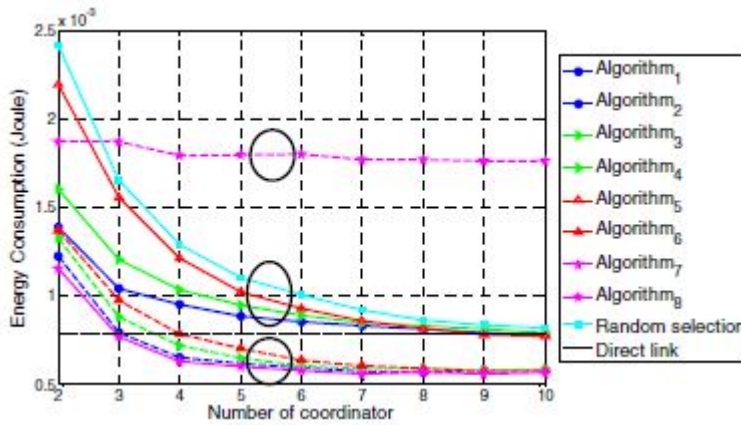
Κατανομή 2



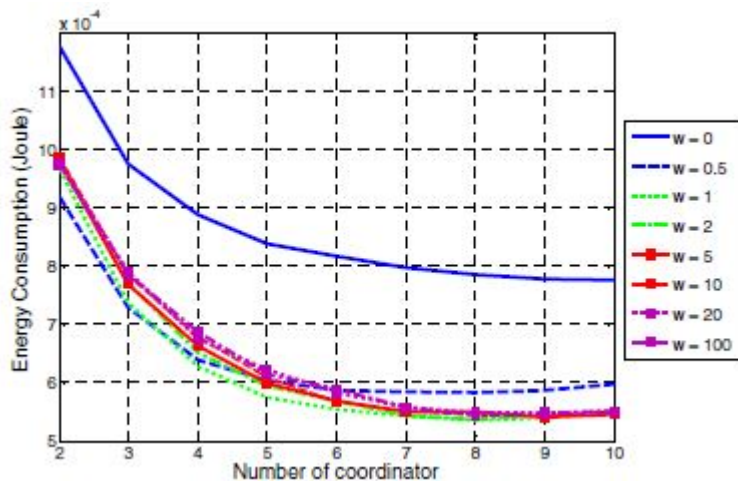
Απόδοση EC με τυχαία κατανομή, για τους διάφορους αλγορίθμους, $G \leq 10$



Απόδοση EC με την κατανομή 1, για τους διάφορους αλγορίθμους, $G \leq 10$



Απόδοση EC με την κατανομή 2, για τους διάφορους αλγορίθμους, $G \leq 10$



Η απόδοση EC εφαρμόζει τον Αλγόριθμο 2 με την κατανομή 2, και με πολλές τιμές του w , $G \leq 10$

Επιλογικά

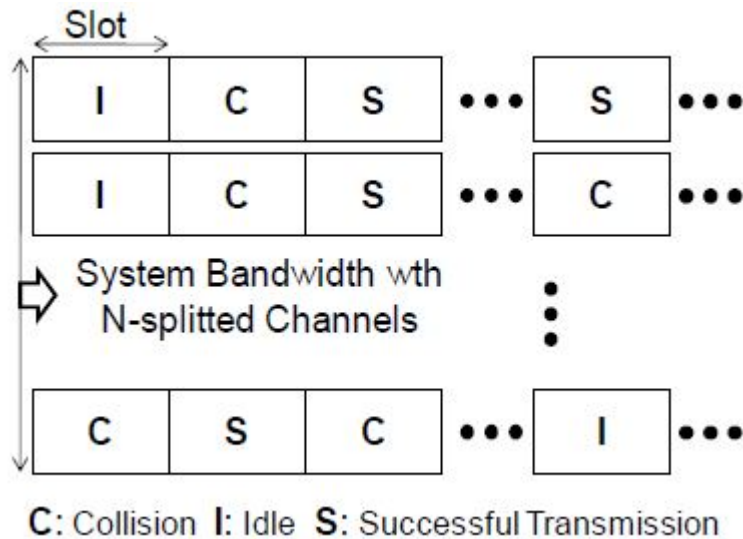
Εφαρμόζουμε τον K-means και τα συστήματα επιλογής συντονιστή για να επιτευχθεί χαμηλή uplink EC. Επιπλέον, ο παράγοντας στάθμισης (w) εισάγεται για την περαιτέρω βελτίωση των επιδόσεων της EC με τη λαμβάνοντας υπόψη το κέρδος καναλιού του BS. Τα αριθμητικά αποτελέσματα δείχνουν ότι οι αλγόριθμοι με K-means μπορούν σταθερά να πλησιάσουν προς τη χαμηλή EC με τυχαία διανομή των MD. Ωστόσο, η απόδοση του K-Max-CG ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των διάφορων διανομών του MD.

6.3 Ενεργειακή Εξοικονόμηση Τυχαίας Πρόσβασης για Machine to Machine Επικοινωνίες

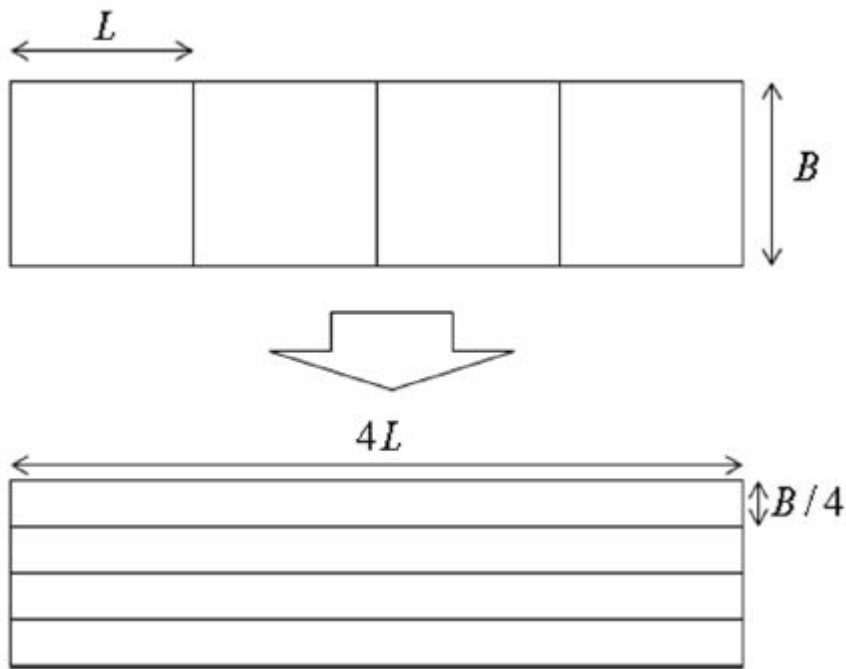
Μοντέλο συστήματος

Το μοντέλο του συστήματος απεικονίζεται στο Σχήμα 1. Ένα ολόκληρο εύρος ζώνης του συστήματος B διαχωρίζεται σε N διαύλους που χρησιμοποιούνται για τις επικοινωνίες M2M. Οι κόμβοι M2M έχουν πρόσβαση στο κανάλι μέσω του πρωτοκόλλου ALOHA με θυρίδες. Σε κάθε κανάλι, «I» σημαίνει αδρανή θυρίδα όπου κανένας κόμβος M2M εκπέμπει σήμα. Το «S» σημαίνει μία θύρα στην οποία

εμφανίζεται μια επιτυχή μετάδοση. Η επιτυχής μετάδοση μπορεί να γίνει μόνο όταν ένας κόμβος M2M μεταδίδει ένα σήμα σε μια θυρίδα. Εάν περισσότεροι από έναν κόμβο M2M μεταδίδουν σήματα σε μια θυρίδα, συμβαίνει σύγκρουση, η οποία συμβολίζεται ως "C".



Ο αριθμός των χωρισμένων N καναλιών μπορεί να αλλάξει. Για παράδειγμα, ένα κανάλι μπορεί να καταλαμβάνει το σύνολο του εύρους ζώνης, ή μπορεί να διαχωρισθεί σε πολλαπλά κανάλια, εάν συμβαίνουν συγκρούσεις συχνά οφείλεται σε πάρα πολλές προσβάσεις από M2M κόμβους. Το Σχήμα 2 δείχνει την περίπτωση που ένα κανάλι με το εύρος ζώνης B και το μήκος θυρίδας L διαχωρίζεται σε τέσσερα κανάλια με το εύρος ζώνης $B/4$ και το μήκος της θυρίδας $4L$. Το μήκος της θυρίδας είναι L , όταν ολόκληρο το εύρος ζώνης χρησιμοποιείται για ένα κανάλι. Προκειμένου να διατηρηθεί η απόδοση της θυρίδας από τον διαχωρισμό καναλιών, το μήκος της θυρίδας γίνεται $N \times L$, όταν το σύνολο του εύρους ζώνης διαχωρίζεται σε N κανάλια. Αυτή η ομαλοποίηση της ρυθμαπόδοσης σε σχέση με μια θυρίδα παρέχει δίκαιη σύγκριση για την απόδοση της κατανάλωσης ενέργειας, επειδή η ενέργεια για μετάδοση είναι πανομοιότυπη.



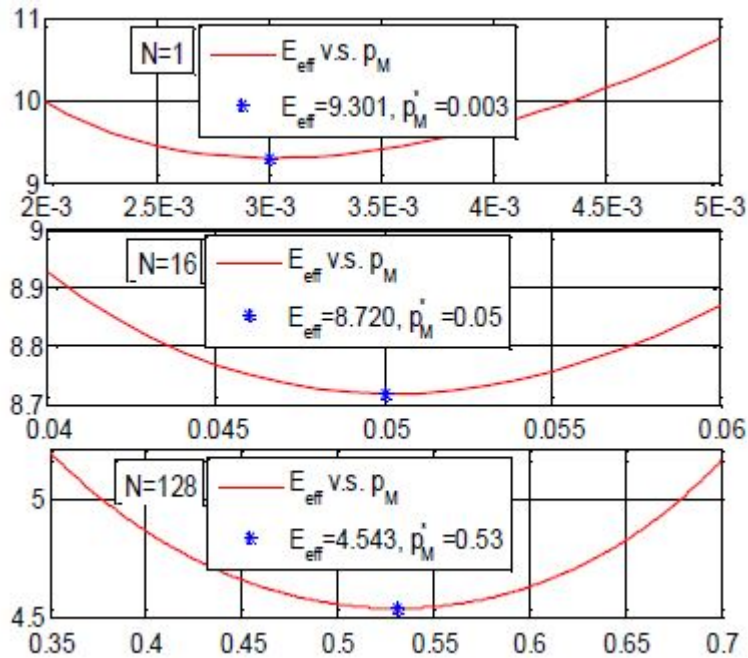
Ένας κόμβος M2M καταναλώνει διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με την κατάσταση. Δύο καταστάσεις βασικά υποθέτονται, οι οποίες είναι η αδράνεια και η μετάδοση. Στην κατάσταση μετάδοσης, ένας κόμβος M2M καταναλώνει ενέργεια E_T ανεξάρτητα από τον αριθμό των διαχωρισμένων καναλιών, επειδή ο πολλαπλασιασμός του χρόνου, της συχνότητας και των πόρων ισχύς μετάδοσης είναι πάντα η ίδια αξία εξαιτίας στην εξομάλυνση απόδοσης. Ωστόσο, η κατανάλωση ενέργειας στην κατάσταση αδράνειας είναι ανάλογη προς το χρόνο μόνο. Ως εκ τούτου, στην κατάσταση αναμονής, η ενέργεια που καταναλώνεται από μια θυρίδα στην κατάσταση του N-χωρισμένου καναλιού είναι $N \times E_I$ όταν E_I είναι η ενέργεια που καταναλώνεται σε κατάσταση αναμονής υποδοχής, εάν το σύνολο του εύρους ζώνης χρησιμοποιείται για ένα κανάλι.

6.4 Η αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρήση του Διαχωρισμού Καναλιών.

Η αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας αξιολογείται όταν ο διαχωρισμός των καναλιών εγκριθεί. Όπως έχουμε υποθέσει στο μοντέλο του συστήματος, το σύνολο εύρος ζώνης χωρίζεται σε N κανάλια, και M/N M2M κόμβους πρόσβασης σε κάθε κανάλι. Ενώ το μήκος μιας θυρίδας αυξάνεται ανάλογα προς N από τον διαχωρισμό καναλιών, ο αριθμός των κόμβων που M2M που έχουν πρόσβαση σε ένα κανάλι μειώνεται γραμμικά καθώς το N αυξάνει, το οποίο οδηγεί σε λιγότερες συγκρούσεις. Ως εκ τούτου, αναμένεται ότι η αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας να μειώνεται.

Το Σχήμα 4 δείχνει την αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το ρ_M καθώς ο αριθμός των σταθμών αυξάνεται διαχωρίζεται από 1 έως 16 και 128. Στο σχήμα, το «A» σημαίνει αναλυτική τιμή και το «S» είναι τα αποτελέσματα της προσομοίωσης. Οι τιμές του ρ_M επιτυγχάνουν την ελάχιστη αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας. Όπως μπορούμε να δούμε στο Σχήμα 4, η αποτελεσματική

κατανάλωση ενέργειας ελαχιστοποιείται από μια ορισμένη τιμή του ρ_M . Επιπλέον, η ελάχιστη αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας μειώνεται παρόλο που η κατανάλωση ενέργειας για την κατάσταση αδράνειας αυξάνει καθώς ο αριθμός των διαχωρισμένων καναλιών αυξάνεται.



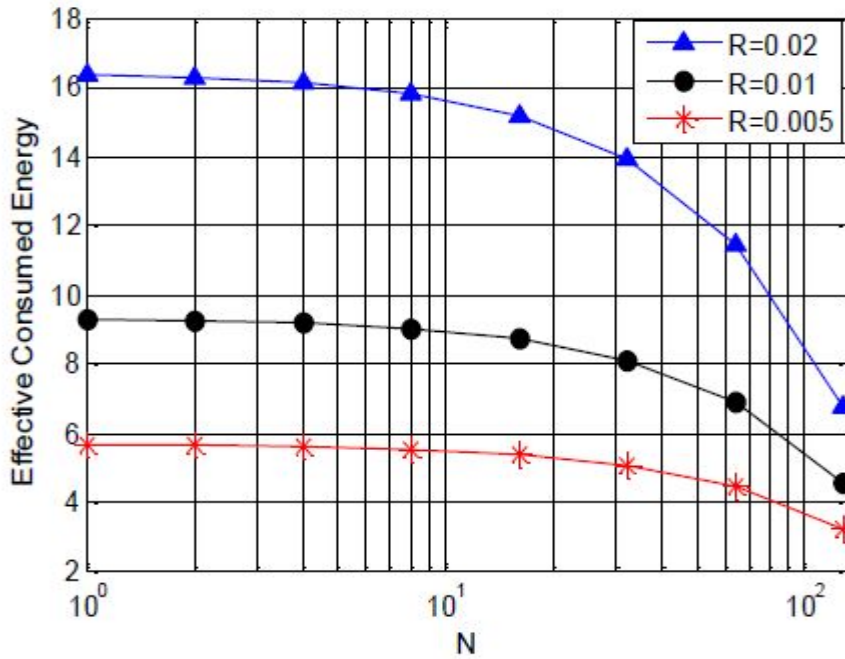
Στο αποτέλεσμα της προσομοίωσης στο Σχήμα 5, υποτίθεται ότι το $M = 256$. Για να παρατηρηθεί η αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με το R , υποτίθεται ότι το E_I είναι 2%, 1% και 0,5% του E_T .

Το Σχήμα 5 δείχνει ότι η αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας μειώνεται καθώς ο αριθμός των διαχωρισμένων καναλιών αυξάνεται. Σε αυτό το αποτέλεσμα, η τιμή του ρ_M χρησιμοποιείται ακριβώς όπως στο Σχήμα 4. Η κατανάλωση ενέργειας στην κατάσταση αδράνειας αυξάνεται κατά το διαχωρισμό καναλιών, προκύπτουσα αποτελεσματική κατανάλωση ενέργειας μειώνεται λόγω της εξοικονόμησης ενέργειας από λιγότερες συγκρούσεις.

Στη συνέχεια, μια νέα παράμετρος αξιολόγησης των επιδόσεων ορίζεται για τη σχετική σύγκριση της E_{FF} ως εξής:

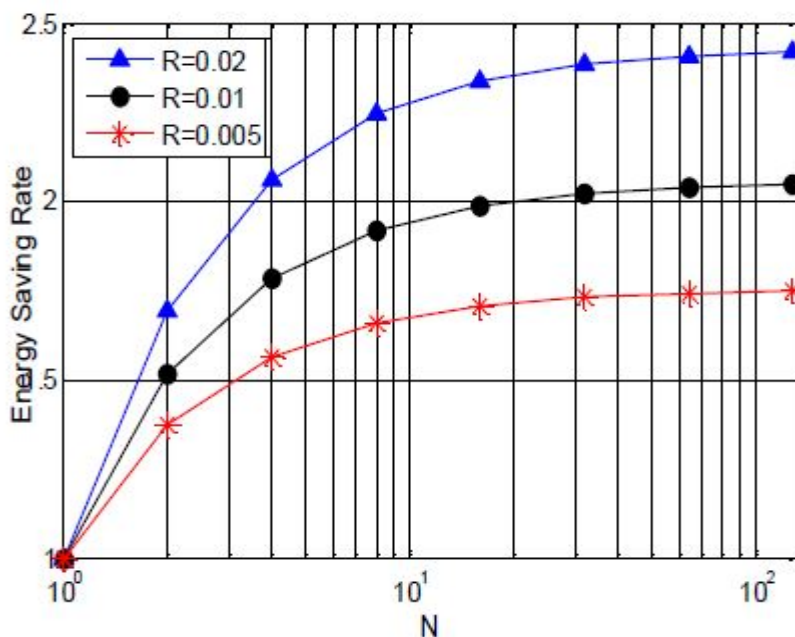
$$S(N) = \frac{E_{eff}(N)}{E_{eff}(1)} \quad (6)$$

Η παράμετρος αξιολόγησης $S(N)$ στην εξίσωση (6) είναι μια αναλογία της ενέργειας που καταναλώνεται χωρίς διαχωρισμό καναλιών και της ενέργειας που καταναλώνεται με N -διαχωρισμένα κανάλια.



Το Σχήμα 6 δείχνει το ρυθμό της ενέργειας που λαμβάνεται από την εξίσωση (6). Ως μια γενική παρατήρηση, φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του R είναι, τόσο περισσότερο η ποσότητα εξοικονομούμενης ενέργειας είναι καθώς ο αριθμός των διαχωρισμένων καναλιών αυξάνεται. Ειδικότερα, όταν το $R = 0.01, 0.02$, μόνο το μισό ποσό της ενέργειας καταναλώνεται για την ίδια ποσότητα της μετάδοσης δεδομένων, σε σύγκριση με την κατανάλωση ενέργειας χωρίς διαχωρισμό καναλιών.

Από τα αποτελέσματα αυτά, το προτεινόμενο σύστημα διαχωρισμού καναλιών μπορεί να μειώσει αποτελεσματικά την κατανάλωση ενέργειας για μια επιτυχημένη μετάδοση, ακόμη και σε περιβάλλοντα ασύρματης επικοινωνίας που χρησιμοποιούν την τυχαία προσπέλαση με τον τεράστιο αριθμό των M2M κόμβων.



6.5 Ενεργειακή Εξοικονόμηση μέσω του Ελεγχου Μαζικής Πρόσβασης και Συστημάτων Κατανομής Πόρων για M2M Επικοινωνίες σε OFDMA Δίκτυα Κυψελών

Υποθετούμε ένα μονοκύτταρο OFDMA κυψελοειδές δίκτυο με N subcarriers, $N = \{n \mid n = 1, 2, \dots, N\}$, με επίκεντρο από ένα σταθμό βάσης (BS). Υποθέσουμε ότι η διάρκεια του πλαισίου ανοδικής ζεύξης OFDMA είναι ένα OFDM συμβόλο χρόνου, που συμβολίζεται ως T . Υπάρχουν M MNs, εξοπλισμένοι με ασύρματες συσκευές μετάδοσης, κατανεμημένοι εντός της κυψέλης. Έστω ότι το $F = \{m_i \mid i = 1, 2, \dots, M\}$ υποδηλώνει τους MNs, όπου i είναι ο δείκτης του MN. Κάθε MN είναι σταθερό και αρχικά βρίσκεται σε γεωγραφικές συντεταγμένες, και μεταδίδει περιοδικά των μετρούμενα δεδομένα στο διακομιστή του backbone μέσω του BS. Οι MN αναμετάδοσης ονομάζονται συντονιστές (Coor), και μια ομάδα αποτελείται από ένα Coor και ένα σύνολο κανονικών MNs. Το c_j δηλώνει το δείκτη MN του Coor της ομάδας j , και το G_j δηλώνει το σύνολο του δείκτη των κανονικών MN, με εξαίρεση την c_j , καταχωρούνται στην ομάδα j . Το $C = \{c_j \mid j = 1, 2, \dots, K\}$ $c_j \in F$ συμβολίζει το σύνολο των MNs δεικτών των Coors, όπου K είναι ο αριθμός των Coors (ομάδες) στο σύστημα M2M. Τα B_c και N_0 δηλώνουν το εύρος ζώνης του OFDM υποφέροντος και του θορύβου φασματικής πυκνότητας ισχύος αντίστοιχα. Ο εφικτός ρυθμός του συνδέσμου από Coor c_j στο BS για κάθε υποφέρον σε ένα επίπεδο-εξασθενούμενο καναλιού, συμβολίζεται ως r_{c_j} , μπορεί να γραφτεί ως:

$$r_{c_j} = B_c \log_2(1 + p_{c_j} |h_{c_j}|^2 / N_0 B_c) \quad (1)$$

Ο εφικτός ρυθμός του συνδέσμου από Coor c_j στο BS για κάθε υποφέρον n , μπορεί να γραφτεί ως:

$$r_{c_j}^n = B_c \log_2(1 + p_{c_j}^n |h_{c_j n}|^2 / N_0 B_c) \quad (2)$$

Ο ρυθμός της σύνδεσης MN-to-Coor γράφεται ως:

$$r_{m_i}^{c_j} = B_m \log_2(1 + p_{m_i} |h_{m_i}^{c_j}|^2 / N_0 B_m), i \in G_j, \quad (3)$$

6.6 Έλεγχος Μαζικής Πρόσβασης και Κατανομής Ισχύος σε Εξασθενούμενο Κανάλι για τη Σύνδεση COOR-TO-BS.

A) Διατύπωση του προβλήματος ελάχιστης κατανάλωσης ενέργειας

Στόχος μας είναι να ελαχιστοποιηθεί το EC του συστήματος, που ορίζεται ως το άθροισμα της ενέργειας που καταναλώνεται από κάθε MN, συμπεριλαμβανομένου του Coor, να μεταδώσει ένα πακέτο με το BS. Το EC σύστημα μπορεί να εκφραστεί

ως άθροισμα των EC του κανονικού MN και του EC των Coors. Το συνολικό EC όλων των κανονικών MNs μπορεί να γραφεί ως:

$$ec_{MN} = \sum_{j=1}^K \sum_{i \in G_j} p_{m_i} S / r_{m_i}^{c_j} \quad (4)$$

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας μπορεί να γραφεί ως :

$$ec_{Coor} = \sum_{j=1}^K ((p_{c_j} + p_{c_{ir}}) D_{c_j} / r_{c_j}), \quad (5)$$

Σύστημα EC, EC_{sys} , μπορεί να εκφραστεί ως:

$$EC_{sys} = ec_{MN} + ec_{Coor} \quad (6)$$

Το πρόβλημα ελαχιστοποίησης EC μπορεί να διαμορφωθεί ως:

$$\min_{\{K, G_j, c_j, p_{c_j}\}} EC_{sys} \quad s.t. \quad K \leq \alpha, \alpha \leq M \quad (7)$$

$$p_{m_i} = p_t, m_i \in \mathcal{F}, m_i \notin \mathcal{C}. \quad (8)$$

B) MN MAC δύο επιπέδων και Σύστημα Κατανομής Ισχύος

Η βέλτιστη λύση του παραπάνω προβλήματος, συνυφασμένη με την ομαδοποίηση MN, την επιλογή Coor, και την κατανομή ισχύος Coor, είναι δύσκολο να λυθεί. Ως εκ τούτου, μια προσέγγιση σε δύο φάσεις προτείνεται να επιτευχθεί ένα υπο-βέλτιστο αποτέλεσμα. Στο πρώτο στάδιο, τα MNs είναι συγκεντρωμένα σε ομάδες, και τότε επιλέγεται ο Coor της κάθε ομάδας. Δεύτερον, η BS εκτελεί την κατανομή ισχύος για την επιλογή κάθε Coor στην πρώτη φάση για την περαιτέρω μείωση της EC.

Γ) MN MAC - Ομαδοποίηση MN και Επιλογή Συντονιστή

Το προτεινόμενο σύστημα MAC πραγματοποιεί ομαδοποίηση των MNs και την επιλογή συντονιστή. Πρώτον, τα MNs χωρίζονται σε έναν ορισμένο αριθμό ομάδων. Μετά από αυτό, κάθε ομάδα επιλέγει ένα MN ως συντονιστής για να αναμεταδώσει τα πακέτα των άλλων MNs στην ίδια ομάδα με το BS.

1) Ομαδοποίηση Μηχανικού Κόμβου: Με δεδομένους τους συντονιστές, \mathcal{C} , το σύστημα αποδίδει κανονικά MN m_i στην ομάδα n εάν η σύνδεση με Coor c_n επιτυγχάνει ελάχιστη EC:

$$G_n = \{i \mid c_n = \arg \min_{c_j \in \mathcal{C}} \left(p_{m_i} \frac{S}{r_{m_i}^{c_j}} + p_{c_j} \frac{S}{r_{c_j}} \right), \forall i \notin \mathcal{C}\} \quad (9)$$

2) Επιλογή Συντονιστής: Με δεδομένο το αποτέλεσμα ομαδοποίησης, MN $m_i \in G_n$ έχει επιλεγεί ως το Coor της ομάδας n μόνον εάν, ενεργώντας ως Coor, θα μπορούσε να ελαχιστοποιεί το συνολικό EC της ομάδας n , που σημαίνει:

$$c_n = \arg \min_{j \in G_n} \left(\sum_{i \in G_n, i \neq j} \left(p_{m_i} \frac{S}{r_{m_i}} + p_{m_j} \frac{S}{r_{m_j}} \right) + p_{m_j} \frac{S}{r_{m_j}} \right) \quad (10)$$

Δ) Βέλτιστη Κατανομή Ισχύος (PA) για τους συντονιστές

Το διατυπωμένο πρόβλημα μπορεί να μειωθεί στο πρόβλημα της ελαχιστοποίησης συνολικού EC Coors, $ecCoor$, το οποίο μπορεί να λυθεί με PA για τους Coors. Μια επαναληπτική προσέγγιση προτείνεται για να υπολογίσουμε τη βέλτιστη ισχύ εκπομπής για κάθε Coor να ελαχιστοποιηθεί το EC. Ελαχιστοποιώντας το EC είναι ισοδύναμο με την μεγιστοποίηση του αριθμού των δυαδικών ψηφίων που μεταδίδονται ανά μονάδα ενέργειας που καταναλώνεται, δηλαδή bits-per-joule (BPJ), η οποία μπορεί επίσης να εκφραστεί ως ο λόγος του ρυθμού στην ισχύ:

$$\frac{\text{Number_of_bits_transmitted}}{\text{Energy_consumed}} = \frac{\text{Rate} \times \Delta t}{\text{Power} \times \Delta t} = \frac{\text{Rate}}{\text{Power}} \quad (11)$$

Από τότε που ο συντονιστής έχει τον ίδιο ρυθμό σε κάθε υποφέρον, μπορούμε να εκφράσουμε το brj του που συντονιστήσε ως ένα πλαίσιο OFDMA ως:

$$f_{c_j} = \frac{r_{c_j}}{p_{c_j} + p_{cir}} = \frac{\log_2 (1 + p_{c_j} |h_{c_j}|^2 / N_0 B_c)}{P_{c_j} + p_{cir}} \quad (12)$$

Έτσι, μπορούμε να αποκτήσουμε τη βέλτιστη ισχύ εκπομπής, που συμβολίζεται ως $P^*_{c_j}$. Τότε, μπορούμε να έχουμε:

$$P^*_{c_j} = \frac{1}{f_{c_j} \ln 2} - \frac{N_0 B_c}{|h_{c_j}|^2} \quad (13)$$

IV. ΚΟΙΝΗ MAC ΚΑΙ RA ΣΤΗΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ-ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗ ΕΞΑΣΘΕΝΟΥΜΕΝΗΣ ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΟ LINK COOR-TO-BS.

A. Διατύπωση προβλήματος

Στην ενότητα αυτή, υποθέτουμε ότι η σχέση Coor-to-BS βιώνει τη συχνότητα επιλεκτική εξασθένιση, όπου Coors αντιμετωπίζουν διαφορετική απολαβή καναλιού σε διαφορετικά υποφέρον, και αντιμετωπίζει το ίδιο πρόβλημα ελαχιστοποίησης EC στο τμήμα III-A. Μετά το πρώτο στάδιο, το αρχικό πρόβλημα ανάγεται στο πρόβλημα της ελαχιστοποίησης EC για τα Coors, και γράφεται ως:

$$\begin{aligned} & \min_{\{I_{c_j}^n, p_{c_j}^n, \forall c_j, \forall n\}} \sum_{j=1}^K p_{c_j}' \frac{D_{c_j}}{r_{c_j}'} \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^K I_{c_j}^n \leq 1, \forall n; p_{m_i} = p_t, \forall m_i \in \mathcal{F}, m_i \notin \mathcal{C} \end{aligned} \quad (14)$$

r'_{c_j} και p'_{c_j} είναι ο ρυθμός και η ισχύς του συντονιστή c_j ,

$$r'_{c_j} = \sum_{n=1}^N I_{c_j}^n r_{c_j}^n \quad (15)$$

$$p'_{c_j} = \sum_{n=1}^N I_{c_j}^n (p_{c_j}^n + p_{cir}), \quad (16)$$

Ο στόχος του προβλήματος (14) είναι η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας των συντονιστών μέσω υποφορέα και η κατανομή ισχύος για τους συντονιστές. Κάθε υπομεταφορέων μπορεί να ανατεθεί σε ένα μόνο Coor για την αποφυγή παρεμβολών, και η ισχύς εκπομπής του κανονικού MN είναι σταθερή. Πρώτον, ορίζουμε το μέσο χρόνο κατανάλωσης ενέργειας ανά bit που μεταδίδεται, δηλαδή joules ανά bit, του Coor c_j ως εξής:

$$f_{c_j}(t) = \frac{P_{c_j}(t)}{R_{c_j}(t)} = \frac{(1 - \frac{1}{w}) P_{c_j}(t-1) + \frac{1}{w} p'_{c_j}(t)}{(1 - \frac{1}{w}) R_{c_j}(t-1) + \frac{1}{w} r'_{c_j}(t)}, \quad (17)$$

Και τότε μπορούμε να αναδιατυπώσουμε το πρόβλημα ως ακολούθως:

$$\begin{aligned} & \min_{\{I_{c_j}^n, p_{c_j}^n(t) \forall c_j, \forall n\}} F_{avg}(t) = \sum_{j=1}^K D_{c_j}(t) f_{c_j}(t) \\ & \text{s.t.} \sum_{j=1}^K I_{c_j}^n \leq 1, \forall n; p_{m_i} = p_t, \forall m_i \in \mathcal{F}, m_i \notin \mathcal{C} \end{aligned} \quad (18)$$

Η μόνη διαφορά μεταξύ Πρόβλημα (14) και (18), είναι ότι η αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος (18) είναι μια εκδοχή κατά μέσο χρόνο εκείνης του προβλήματος (14).

B. Βέλτιστη Ισχύς και Ρυθμός για ελαχιστοποίηση joule ανά bit του Ενιαίου Coor με δεδομένη εκχώρηση υποφέρων.

Με δεδομένη ανάθεση υποφέρων, η βέλτιστη ισχύς του $C_{00} c_j$ στο ειδικό υποφέρων n , η οποία ελαχιστοποιεί $F_{c_j}(t)$:

$$p_{c_j}^{n*}(t) = \max \left(\frac{B_c f_{c_j}(t-1)}{\ln 2} - \frac{N_0 B_c}{|h_{jn}(t)|^2}, 0 \right) \quad (19)$$

Ο αντίστοιχος εφικτός ρυθμός υπολογίζεται από το (2) και είναι:

$$r_{c_j}^{n*}(t) = \max \left(B_c \log_2 \left(\frac{f_{c_j}(t-1) |h_{jn}(t)|^2}{N_0 \ln 2} \right), 0 \right) \quad (20)$$

Γ. Κατανομή Πόρων Συντονιστή και Προτεινόμενο Σύστημα

Για να κάνουμε την αντικειμενική συνάρτηση του προβλήματος (18) ευκολότερη στην επεξεργασία, μπορούμε να πολλαπλασιάσουμε με μια γνωστή σταθερά, $F_{avg}(t-1)$, δηλώνοντας την EC κατά το προηγούμενο χρονικό διάστημα:

$$\begin{aligned} F_{avg}(t) F_{avg}(t-1) &= \sum_{i=1}^K D_{c_i} D'_{c_i} f_{c_i}(t) f_{c_i}(t-1) \\ &+ \sum_{i=1}^K \sum_{j=1, j \neq i}^K D_{c_i} D'_{c_j} f_{c_i}(t) f_{c_j}(t-1), \end{aligned} \quad (21)$$

Αντικαθιστώντας την (17) στην (21) έχουμε :

$$\begin{aligned} F_{avg}(t) F_{avg}(t-1) &= \left(\sum_{i=1}^K \frac{D_{c_i} D'_{c_i} (1 - \frac{1}{w}) P_{c_i}(t-1)^2}{R_{c_i}(t-1)^2} + \right. \\ &\left. \sum_{i=1}^K \sum_{j=1, j \neq i}^K \frac{D_{c_i} D'_{c_j} (1 - \frac{1}{w}) P_{c_i}(t-1) P_{c_j}(t-1)}{R_{c_i}(t-1) R_{c_j}(t-1)} \right) + \\ &\frac{1}{w} \sum_{i=1}^K \sum_{n=1}^N D_{c_i} D'_{c_i} I_{c_i}^n \frac{P_{c_i}(t-1)}{R_{c_i}(t-1)^2} (p_{c_i}^n(t) + p_{c_{ir}}) + \\ &\frac{1}{w} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1, j \neq i}^K \sum_{n=1}^N I_{c_i}^n \frac{D_{c_i} D'_{c_j} P_{c_j}(t-1)}{R_{c_i}(t-1) R_{c_j}(t-1)} (p_{c_i}^n(t) + p_{c_{ir}}) \\ &= \lambda + \frac{1}{w} \sum_{i=1}^K \sum_{n=1}^N I_{c_i}^n \frac{D_{c_i} p_{c_i}^n(t) + p_{c_{ir}}}{R_{c_i}(t-1)} \left(\sum_{j=1}^K \frac{P_{c_j}(t-1) D'_{c_j}}{R_{c_j}(t-1)} \right) \end{aligned} \quad (22)$$

Ως εκ τούτου, για να ελαχιστοποιηθεί η Εξ. (22), κάθε υποφορέων θα πρέπει να εκχωρηθεί από:

$$I_{c_j}^n = \begin{cases} 1, & c_j = \arg \min_{c_l \in \mathcal{C}} \frac{D_{c_l}(p_{c_l}^n(t) + p_{c_l r})}{R_{c_l}(t-1)}, \forall n \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (23)$$

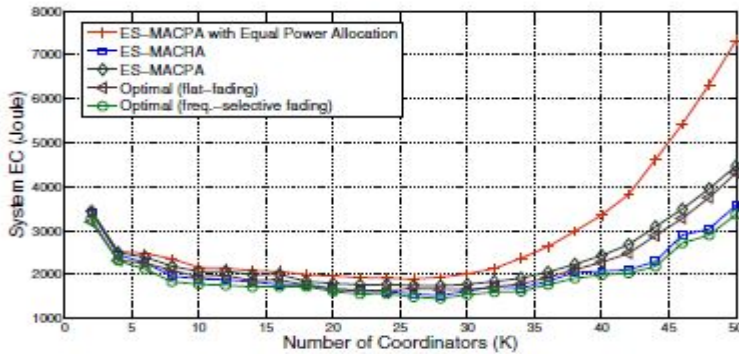
Και η ισχύς εκπομπής κατανέμεται από την Εξ. (19). Αυτό είναι:

$$p_{c_j}^n(t) = p_{c_j}^{n*}(t) \quad (24)$$

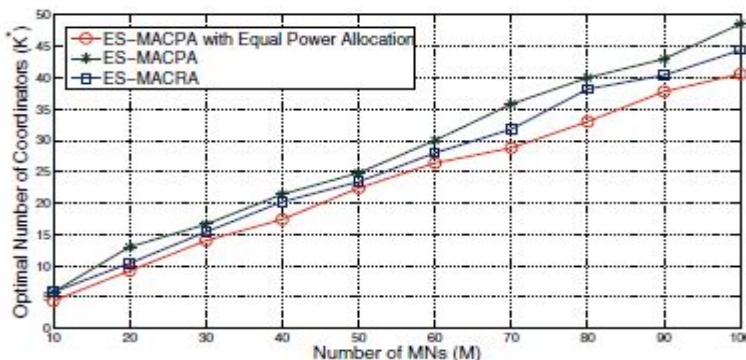
Κατά συνέπεια, το σύστημα EC μπορεί να γραφεί ως:

$$EC_{sys} = ec_{MN} + ec_{Coor} = \sum_{j=1}^K \sum_{i \in G_j} p_{m_i} S / r_{m_i}^{c_j} + \sum_{j=1}^K ec_{c_j} \quad (25)$$

V. Αριθμητικά Αποτελέσματα



Το ΣΧ. 2 δείχνει το σύστημα της EC με διαφορετικό προκαθορισμένο αριθμό Coors. Το σύστημα ES-macra έχει καλύτερες επιδόσεις από τα άλλα εκτελώντας εκχωρώντας υποφορέα και βελτιστοποιώντας την κατανομή ισχύος για τους συντονιστές στο περιβάλλον συχνοτητας-επιλεκτικής εξασθένισης.



Το ΣΧ. 3 επιδεικνύει τον προκύπτον αριθμό Coors (ομάδες) (K^*), ο οποίος επιτυγχάνει ελάχιστο σύστημα EC, όσον αφορά στο σχήμα M. ES-MACRA απαιτεί περισσότερους Coors για να επιτύχει την ελάχιστη EC, ενώ μπορεί να επιτύχει χαμηλότερη EC. Διότι η ενέργεια που εξοικονομείται με την αξιοποίηση της

πολυμορφίας καναλιού μεταξύ υποφορείς για περισσότερους Coors είναι μεγαλύτερη από την απώλεια ενέργειας με την αύξηση του αριθμού των ομάδων, δηλαδή περισσότεροι Coors.

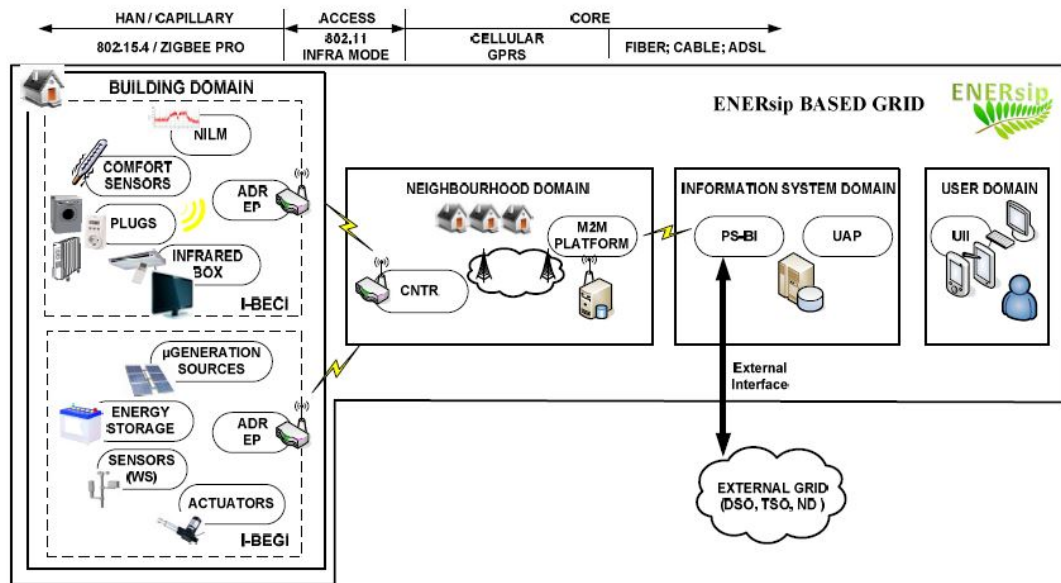
Ο συνδιασμός MAC και RA συστημάτων, που εκτελούν MN ομαδοποίηση και RA βελτιστοποίηση των συντονιστών, προτείνεται για να ελαχιστοποιεί το συνολικό EC του συστήματος M2M τόσο στο επίπεδο-εξασθενημένο όσο και στο εξασθενημένο κανάλι συχνότητας.

6.7 ENERSIP πλατφόρμα με βάση τις M2M για την εξοικονόμηση ενέργειας μεταξύ ενεργειακά θετικών γειτόνων

Σήμερα, τα ηλεκτρικά δίκτυα εξελίσσονται προς την αυξανόμενη παρουσία των πηγών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια, τα οποία χρησιμοποιούνται είτε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για ιδιωτική κατανάλωση ή για την πώλησή του σε επιχειρηματία με ηλεκτρικό δίκτυο. Σύμφωνα με το σενάριο αυτό, ο καταναλωτής θα μπορούσε να γίνει ένας παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας και τα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου θα χρειαστεί να καθορίσουν την πιο επικερδή επιλογή. Οι επικοινωνίες M2M θα διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο για την επίτευξη της μείωσης κατανάλωσης της ενέργειας στα σημερινά και μελλοντικά σενάρια των Smart Grids, δεδομένου ότι θα επιτρέψουν την απαιτούμενη αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του υψηλού όγκου των συσκευών θα πρέπει να παρακολουθούνται και να ελέγχονται από τους τελικούς χρήστες στα συστήματα πληροφοριών, όπου η νοημοσύνη υπάρχει.

Παρακάτω παρουσιάζεται το έργο ENERSip, που χρηματοδοτείται από το FP7 ICT και Ενέργειας, το οποίο στοχεύει στο να σχεδιάσει, να αναπτύξει, και να επικυρώσει ένα σύστημα παρακολούθησης της ενέργειας και ελέγχου προσανατολισμένο στην παροχή υπηρεσιών με βάση το M2M την για ενεργειακά δίκτυα και λήψη αποφάσεων, που επιτρέπει τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης με την αύξηση της ευαισθητοποίησης της κατανάλωσης των χρηστών και συντονίζοντας τις ανάγκες τους με τις εγκαταστάσεις θετικής παραγωγή ενέργειας σε κτίρια και γειτονιές.

6.8 Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ENERSIP



Το Σχ. 1 δείχνει επίσης ότι η πλατφόρμα ENERSip βασίζεται σε μια υβριδική ιεραρχική υποδομή επικοινωνίας M2M, η οποία έχει εξαπλωθεί κυρίως στο κτίριο και της γειτονίας τους Τομείς. Είναι υβριδικό, δεδομένου ότι βασίζονται σε διαφορετικές τεχνολογίες της επικοινωνίας, ανάλογα με τις ειδικές απαιτήσεις του κάθε τμήματος επικοινωνίας. Το ότι είναι ιεραρχική οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν συγκεκριμένες συσκευές που διαχειρίζονται την επικοινωνία στο εσωτερικό κάθε τμήματος επικοινωνίας.

Οι Τομείς του ENERSIP

1) Τομέας Κτιρίου

Ο Τομέας Κτίριο περιλαμβάνει το σύνολο της υποδομής που συνδέεται με τα έξυπνα κτίρια. Ο Τομέας Κτίριο διαιρείται περαιτέρω στο I-BECI (Υποδομή Εντός-Κτιρίου Κατανάλωσης Ενέργειας) το I-BEGI (Υποδομή Εντός-Κτιρίου Παραγωγής Ενέργειας).

Τα κύρια I-BECI λειτουργικά τμήματα είναι τα εξής: το Comfort Sensors, το Plugs, το Infrared Box, το NILM module. Το Comfort Sensors μετρούν διαφορετικές περιβαλλοντικές μεταβλητές και τους διαβιβάζει στο Σύστημα Πληροφοριών (ΚΤΠ) για να βοηθήσει την εξοικονόμηση ενέργειας. Τα Plugs που συνδέονται με τις "χαζές" συσκευές, όπως τα ψυγεία ή ηλεκτρικές θερμάστρες. Το Infrared Box ελέγχει την κατάσταση της υπέρυθρης ακτινοβολίας με βάση τις «έξυπνες» συσκευές, όπως την τηλεόραση ή το DVD. Η μονάδα NILM αντιπροσωπεύει ένα βασικό στοιχείο για να καταστεί δυνατή η συμβατότητα προς τα πίσω μέσα από την πλατφόρμα ENERSip. Κύριος στόχος του είναι να προσδιορίσει (με ηλεκτρική υπογραφή) τη μέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης των συσκευών αυτών που δεν είναι εξοπλισμένες με ένα βύσμα με δυνατότητες αισθητήρων και επικοινωνίας.

Το I-BEGI αποτελείται από τις μGeneration Πηγές, τους Σταθμούς Αποθήκευσης Ενέργειας, μια σειρά Αισθητήρων και Ενεργοποιητών. Οι Πηγές μGeneration θεωρούνται στο πλαίσιο του έργου ENERSip είναι κυρίως φωτοβολταϊκά πάνελ και μύλοι μwind. Οι σταθμοί αποθήκευσης ενέργειας είναι σε θέση να αποθηκεύσουν στο υπερβάλλον ενέργεια για περαιτέρω χρήση όταν δεν μπορεί ούτε να εγχυθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο, ούτε καταναλώνεται από το αρμόδια I-BEGI. Οι ενεργοποιητές I-BEGI είναι κυρίως μετατροπείς και κέντρα που θα ελέγχουν σωστά τις πηγές μGeneration τους σταθμούς αποθήκευσης ενέργειας αντίστοιχα.

2) Τομέας Γειτονιά

Ο Τομέας Γειτονίας αντιπροσωπεύει τη βασική υποδομή M2M η οποία επιτρέπει τον έλεγχο, την παρακολούθηση και διαχείριση μεγάλου όγκου των συσκευών παραγωγής και κατανάλωσης που εκτείνονται σε μια μεγάλη περιοχή από απόσταση. Ως εκ τούτου, είναι υπεύθυνος για την εκτέλεση, με αξιόπιστο τρόπο, των δεδομένων που προέρχονται από τον Τομέα Building με τον Τομέα Σύστημα Πληροφοριών και τον έλεγχο και τη διαχείριση των εντολών που πηγαίνουν από τον Τομέα Σύστημα Πληροφοριών στον Τομέα Κτίριο.

3) Τομέας Πληροφορίες Συστήματος

Ο Τομέας Σύστημα Πληροφοριών είναι όπου κατοικεί η νοημοσύνη του ηλεκτρικού δικτύου. Το Σύστημα Πληροφοριών χωρίζεται σε δύο διαφορετικές ενότητες: το PS-BI και το UAP (User Application Platform). Το PS-BI συλλέγει (μέσω της υποδομής επικοινωνιών M2M) όλα τα δεδομένα που αφορούν τόσο την παραγωγή και την κατανάλωση ενέργειας, τα επεξεργάζεται, και επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων ανά πάσα στιγμή. Το UAP επιτρέπει την παροχή μιας ολόκληρης σειράς προστιθέμενης αξίας της ενεργειακής απόδοσης, την άνετη παρακολούθηση και υπηρεσίες βελτιστοποίησης με βάση το προφίλ του χρήστη και τις πληροφορίες που παρέχονται από το PS-BI.

4) Τομέας Χρήστη

Ο Τομέας Χρήστη αντιπροσωπεύει το σύνολο των εφαρμογών που θα αναπτυχθούν για να μπορέσουν οι χρήστες ENERSip να αλληλεπιδρούν με την πλατφόρμα.

B. Τεχνολογίες

Λόγω του τεράστιου αριθμού των συσκευών που περιλαμβάνει αυτού του είδους των συστημάτων, το κόστος και η κατανάλωση ενέργειας είναι δύο βασικοί περιορισμοί που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν αποφασίζεται το ποιες είναι οι πιο κατάλληλες τεχνολογίες για αυτά.

1) HANs/Capillary Networks

Οι τεχνολογίες της επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο των ENERSip HANs είναι διαφορετικές για το I-BECI και για το I-BEGI. Για το I-BECI, οι

ασύρματες τεχνολογίες επικοινωνίας προτιμούνται σε σχέση με το ενσύρματο, κυρίως επειδή το κόστος εγκατάστασης είναι χαμηλότερο και η ευελιξία τους κατά τη φάση της συντήρησης είναι υψηλότερη. Το PLC είναι η μόνη ενσύρματη τεχνολογία για την οποία δεν λειτουργεί το σκεπτικό αυτό. Ωστόσο, το PLC δεν είναι τεχνικά αρκετά ώριμο ακόμη και γι' αυτό δεν είναι οικονομικά ανταγωνιστικό. Οι ασύρματες τεχνολογίες που θεωρούνται για το I-BECI είναι: Bluetooth (IEEE 802.15.1), Wi-Fi (IEEE 802.11), και IEEE 802.15.4.

Υπάρχουν δύο κύριες τεχνολογίες που βασίζονται σε PHY/MAC πρότυπο IEEE 802.15.4: το 6LoWPAN και το Zigbee. Το 6LoWPAN είναι ένα ανοιχτό πρότυπο που καθορίζεται από την IETF. Το κύριο πλεονέκτημά του είναι ότι επιτρέπει την ένταξη IEEE 802.15.4 δικτύων στο Internet απρόσκοπτα. Το κύριο μειονέκτημα του είναι ότι είναι σε πρώιμη φάση ανάπτυξης ακόμα. Το Zigbee είναι ένα ανοιχτό βιομηχανικό πρότυπο που αναπτύχθηκε από το Zigbee Alliance. Είναι στην αγορά μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ό,τι το 6LoWPAN, γι' αυτό είναι πολύ πιο ώριμο.

2) Δίκτυο Πρόσβασης

Για την επικοινωνία μεταξύ των EPs ADR και των CNTRs, οι δύο τεχνολογίες λαμβάνονται υπόψη: το IEEE 802.15.4/Zigbee και το IEEE 802.11. Σε αυτή την περίπτωση, το IEEE 802.11 προτιμάται του Zigbee, δεδομένου ότι ταιριάζει σαφώς τις απαιτήσεις του παρόντος τμήματος επικοινωνίας καλύτερα.

3) Δίκτυο Πυρήνα

Για την επικοινωνία μεταξύ CNTRs και της πλατφόρμας M2M, λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες τεχνολογίες επικοινωνίας. ADSL, LTE, HSPA + και WiMAX τεχνολογίες και το GPRS/EDGE. Το GPRS/EDGE θεωρείται η πιο κατάλληλη τεχνολογία για αυτό το τμήμα της επικοινωνίας, διότι έχει ευρέως αναπτυχθεί και ωριμάσει. Επιπλέον, το GPRS/EDGE θεωρείται η διαθέσιμη τεχνολογία που ταιριάζει τις απαιτήσεις αυτού του είδους των συστημάτων.

Γ. Ασφάλεια

Η Ασφάλεια και προστασία προσωπικών δεδομένων είναι δύο βασικά δύσκολα θέματα για αυτό το είδος των συστημάτων. Παρά το γεγονός ότι η ιδιωτική ζωή είναι εντελώς έξω από το πεδίο εφαρμογής του σχεδίου ENERSip, κάνει ασφάλειας διεύθυνσης.

1) HANs/Capillary Networks

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημασία των πληροφοριών που διαχειρίζεται η πλατφόρμα ENERSip, η Λειτουργία Ασφαλείας PRO Zigbee High συνιστάται για τα HANs.

2) Δίκτυο Πρόσβασης

Για το Δίκτυο Πρόσβασης το IEEE 802.11 με το WPA2 συνιστάται. Το MAC φιλτραρίσματος ή το AP hiding μπορεί να εφαρμοστεί και για την αύξηση της

ασφάλειας. Το VPNs (Virtual Private Networks), έχει ρυθμιστεί χρησιμοποιώντας το IPsec, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει πρόσθετη προστασία δεδομένων σε επίπεδο δικτύου και άνω.

3) Δίκτυο Πυρήνα

Για τις επικοινωνίες GPRS, πρόσθετοι μηχανισμοί ασφαλείας ελέγχονται από την πλατφόρμα ENERSip μπορεί να υλοποιηθούν.

Δ. Διευθυνσιοδότηση

Λόγω των γεγονότων που αφορούν τα συστήματα M2M ένα τεράστιο ποσό των διατάξεων, ότι η ανάπτυξη αυτού του είδους των συστημάτων αυξάνεται πολύ γρήγορα, και ότι οι προβλέψεις δείχνουν ότι θα αυξηθεί ακόμη πιο γρήγορα, η αποτελεσματική αντιμετώπιση αρίθμησης αποτελεί σίγουρα μια μεγάλη πρόκληση στον τομέα των επικοινωνιών M2M.

Η προσέγγιση του ENERSip είναι πιο κοντά στην τελευταία, δεδομένου ότι βασίζεται σε διευθύνσεις IPv4 μέχρι τα EPs ADR, οι οποίες είναι υπεύθυνες για τη δρομολόγηση των εισερχόμενων πακέτων στη κατάλληλη συσκευή κατανάλωσης-παραγωγής χαρτογραφώντας κατά κάποιο τρόπο τη διεύθυνση IPv4 που συνδέεται με τη IEEE 802.11 διεπαφή στο χώρο διευθύνσεων του HAN τους.

Στην πλατφόρμα ENERSip, κάθε συσκευή έχει ένα ID 16-bit. Το πεδίο εφαρμογής της παρούσας ID οριοθετείται στο στοιχείο επικοινωνίας που είναι ακριβώς πάνω στην ιεραρχική υποδομή επικοινωνίας.

Η κατανομή και η διαχείριση ID στην πλατφόρμα ENERSip εκτελείται ως ακολούθως. Εάν, προκειμένου να αυξήσει τη γεωγραφική περιοχή ή τον αριθμό των συσκευών η πλατφόρμα μπορεί να καλύψει ή διαχειριστεί, αντίστοιχα, υπάρχουν περισσότερες από μία M2M πλατφόρμες, σε κάθε πλατφόρμα M2M έχει εκχωρηθεί ένα αναγνωριστικό 2-byte που είναι αποθηκευμένο στο IS μαζί με τα συναφή του IMSI (International Mobile Subscriber Identity). Κάθε πλατφόρμα M2M είναι εξοπλισμένο με GPRS κάρτα SIM (Subscriber Identity Module) κάρτα η οποία περιέχει τον IMSI και ένα κλειδί ελέγχου ταυτότητας 128-bit. Αυτές οι δύο παράμετροι αποτελούν το χρυσό κλειδί που επιτρέπουν τον έλεγχο ταυτότητας και τον εντοπισμό μονοσήμαντα κάθε πλατφόρμας M2M στην αρχή, δηλαδή, τουλάχιστον, η πρώτη φορά που τίθεται σε λειτουργία.

Οι CNTRs τροφοδοτείται στην κατάλληλη πλατφόρμα M2M εκ των προτέρων, δηλαδή ο διαχειριστής του συστήματος παρέχει την πλατφόρμα M2M με έναν πίνακα που περιέχει το IMSIs όλων των CNTRs που σχεδιάζεται να αναπτυχθεί και τα 2-bytes αναγνωριστικά τους.

Τα EPs ADR επίσης προβλέπονται στα κατάλληλα CNTRs. Τα EPs ADR είναι εξοπλισμένα με πολλαπλές διεπαφές επικοινωνίας.

Όταν η ροή δεδομένων από το Τομέα Χρήστη/ Τομέα Συστήματος Πληροφοριών στον Τομέα Κτίριο, η διαδικασία είναι λίγο πιο περίπλοκη.

ΟΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ENERSIP

Η πλατφόρμα ENERSip απευθύνεται κυρίως σε ιδιοκτήτες κατοικιών και εμπορικών κτιρίων, το οποίο μπορεί να χωριστεί σε RC (οικιακούς καταναλωτές), RP (οικιακούς επαγγελματίες-καταναλωτές), CP (Εμπορικούς επαγγελματίες-καταναλωτές).

A. Ενεργειακή παρακολούθηση, απεικόνιση, και υποβολή εκθέσεων

Οι οικιακοί και οι εμπορικοί χρήστες θα πρέπει να παρέχονται με σχεδόν σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατανάλωσή τους ή /και την παραγωγή ενέργειας και των σχετικών οικονομικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Σε σχέση με την παραγωγή ενέργειας, πέρα από τις πληροφορίες σχετικά με την παραγωγή και τις τιμές της ενέργειας, το σύστημα θα παρέχει επίσης την πρόβλεψη της παραγωγής, η οποία θα είναι πολύ σημαντικό για τους επαγγελματίες-να καθοριστεί η πιο επικερδής επιλογή. Όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, η πλατφόρμα ENERSip θα παρέχει επίσης λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την κατανάλωση τις κάθε συσκευής που επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας με την αναμενόμενη μία. Ως εκ τούτου, τυχόν αποκλίσεις και ευκαιρίες να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας θα ανακοινώνονται στους χρήστες.

B. Απομακρυσμένη πρόσβαση και έλεγχος των συσκευών

Το σύστημα ENERSip θα επιτρέψει τον τηλεχειρισμό των συσκευών κατ 'οίκον ή σε κτίριο από τους χρήστες μέσω μιας webbased διεπαφής (UII). Χρησιμοποιώντας τέτοια διασύνδεση, ο χρήστης θα έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει μια αρχική διαμόρφωση του δικτύου, απομακρυσμένη ενεργοποίηση / απενεργοποίηση συσκευών, ή να προσαρμόσει τις ρυθμίσεις τους. Επιπλέον, ο χρήστης θα μπορεί να ρυθμίσετε τους κανόνες που θα ισχύουν προκαθορισμένες ενέργειες και σε συγκεκριμένες συσκευές σύμφωνα με τις δυναμικές αλλαγές στο γενικότερο πλαίσιο.

Γ. Διαχείρισης φορτίου

Στο μέλλον η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας θα είναι σημαντική για κάθενα και ο τελικός χρήστης να έχει τη δυνατότητα να ανταποκριθεί γρήγορα σε δυναμικές αλλαγές στην αγορά, όπως οι τιμές σε πραγματικό χρόνο. Η λειτουργία διαχείρισης φορτίου που προσφέρει η πλατφόρμα ENERSip θα επιτρέψει επίσης τη συμμετοχή των χρηστών σε προγράμματα DR.

Δ. Μικροδίκτυο ενεργειακής διαχείρισης

Η υπηρεσία διαχείρισης της ενέργειας μικροδικτύου θα λειτουργήσει σε τοπικό επίπεδο κοινοτήτων και γειτονιών, όπου η πολλαπλή κατανάλωση, η παραγωγή και η αποθήκευση μονάδων θα μπορούσε να λειτουργήσει. Δεδομένου ότι τα LEGs είναι ως επί το πλείστον ανανεώσιμες πηγές με μεταβλητή και διακοπτόμενη παραγωγή, η

διαδικασία βελτιστοποίησης στο επίπεδο μικροδικτύου σε μια οικονομική και αξιόπιστη προοπτική δεν είναι μια εύκολη λειτουργία.

Ε. Λειτουργία του συστήματος κατανομής

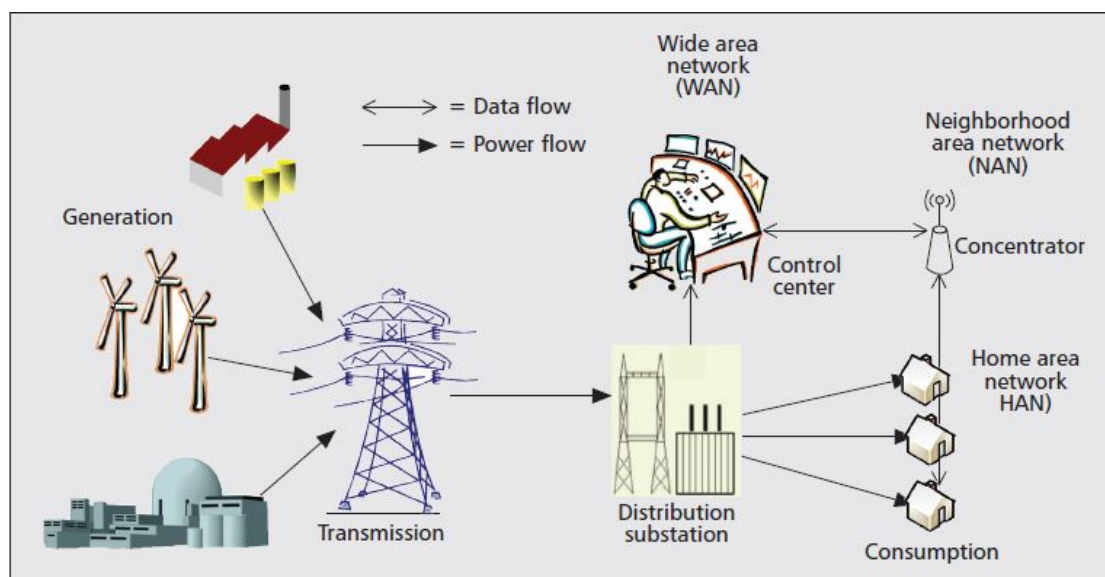
Η πλατφόρμα ENERsip μπορεί να προσφέρει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την κατανεμημένη παραγωγή και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε μια δεδομένη περιοχή, τονίζει τις αποκλίσεις από την αναμενόμενη συμπεριφορά και παρέχει ακριβείς βραχυπρόθεσμες προβλέψεις του LEG. Ωστόσο, η σημαντικότερη επίπτωση αυτής της υπηρεσίας είναι να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες προϋποθέσεις για τη λειτουργία των προγραμμάτων DR, που αναγκάζουν τις μειώσεις κατανάλωσης σε σχεδόν πραγματικό χρόνο σε κρίσιμες καταστάσεις.

Για την επίτευξη αυτού του στόχου, η πλατφόρμα βασίζεται ENERsip πολύ σε μια υποδομή επικοινωνιών M2M. Ως αποτέλεσμα, καταδεικνύεται πόσο σημαντικές είναι οι επικοινωνίες M2M για να ενεργοποιηθεί η ενεργειακή απόδοση στα Smart Grids. Μερικά από τα οφέλη, από την άποψη των υπηρεσιών, είναι ότι οι επικοινωνίες M2M μπορεί να φέρουν σε αυτόν τον τομέα, καθώς και οι δυνητικοί χρήστες που θα τα απολαύσουν.

6.9 Machine to Machine Επικοινωνίες για Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Σπιτιού σε έξυπνο δίκτυο

Σύστημα Διαχείρισης Ενέργειας Σπιτιού (HEMS) στο Έξυπνο Δίκτυο

Σε ένα έξυπνο δίκτυο, τρία βασικά μέρη - η παραγωγή, η κατανομή και η κατανάλωση (Εικ. 1) - έχουν διαφορετικές λειτουργίες, ως εξής.



Ένα γενικό μοντέλο του έξυπνου δικτύου.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας: Η παραγωγή αποτελείται από διαφορετικούς τύπους των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών ισχύος (π.χ., coalfired, φυσικό αέριο, ανεμογεννήτριες και ηλιακές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας). Μια γεννήτρια μετρά το κόστος, τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας και τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας που προσφέρονται από άλλες γεννήτριες για ανταγωνιστικά ή που σε συνεργασία προσαρμόζουν την στρατηγική παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ., την τιμή και την ποσότητα του παρεχόμενου ρεύματος σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα) για την επίτευξη του μέγιστου κέρδους, παράλληλα, τηρούν τους περιορισμούς σχετικά με τη ζήτηση, τη χωρητικότητα και την αξιοπιστία.

Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας: Η ηλεκτρική ισχύς παρέχεται από γεννήτριες και κατανέμεται στους καταναλωτές μέσω των γραμμών μεταφοράς και τους σταθμούς διανομής. Η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει να βελτιστοποιηθεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες και το κόστος της μεταφοράς δεδομένων των περιορισμών σχετικά με το ποσό της μεταφερόμενης ισχύος και της χωρητικότητας της γραμμής μεταφοράς. Η διανομή μπορεί να είναι προσαρμοστική στην γεννήτρια ρεύματος και τις πλευρές των καταναλωτών.

Κατανάλωση ενέργειας: Η κατανάλωση αποτελείται από διάφορους τύπους καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. σπίτι, τη βιομηχανία, τους καταναλωτές και την κυβέρνηση). Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας των καταναλωτών πρέπει να καθορίζεται έτσι ώστε η κατανομή της προσφοράς και της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να εκτελεστούν με βέλτιστο τρόπο. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, οι έξυπνοι μετρητές έχουν αναπτυχθεί έτσι ώστε γρήγορα και με ακρίβεια να συλλέγουν τα στοιχεία για την κατανάλωση ρεύματος. Αυτά τα δεδομένα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της ζήτησης ενέργειας.

Το HEMS εστιάζεται στην πλευρά των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα έξυπνο δίκτυο στο οποίο οικιακές συσκευές (π.χ., κλιματιστικό, πλυντήριο πιάτων, στεγνωτήριο, ψυγείο, ηλεκτρική κουζίνα και πλυντήριο ρούχων), με έξυπνους μετρητές μπορούν να παρακολουθούνται και να ελέγχονται από ένα κέντρο ελέγχου για τη βελτιστοποίηση της παροχής ενέργειας και της κατανάλωσης. Διάφορες υπηρεσίες του HEMS έχουν εισηχθεί (π.χ., Google Powermeter, Microsoft Hohm, και Apple Smart-Home Energy Management), με τα οποία οι καταναλωτές μπορούν να παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας και να κάνουν βελτιστοποίηση για τη μείωση του κόστους ενέργειας. Οι επικοινωνίες M2M διαδραματίζουν καίριο ρόλο σε ένα HEMS δεδομένου ότι οι πληροφορίες σχετικά με τις οικιακές συσκευές πρέπει να μεταφέρονται στο κέντρο ελέγχου για την ανάλυση και βελτιστοποίηση. Οι τεχνολογίες ασύρματων επικοινωνιών (π.χ., ZigBee και WiMAX) είναι βιώσιμες επιλογές, λόγω του χαμηλού κόστους και της ευελιξία των υποδομών.

Συντομογραφίες

3G Third Generation
3GPP Third Generation Partnership Project
3GPP2 Third Generation Partnership Project 2
4G Fourth Generation
ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line
API Application Programming Interface
ARF Access Relay Function
ASF Application Server Function
ATIS Alliance for Telecommunications Industry Solutions
BGF Border Gateway Function
CDMA Code Division Multiple Access
CN Core Network
DVD Digital Video Disk
EDGE Enhanced Data Rates for Global/GSM Evolution
EMS Enhanced Messaging Service
ETSI European Telecommunications Standards Institute
FG-NGN Focus Group-NGN
FMC Fixed Mobile Convergence
FTP File Transfer Protocol
FTTH Fibre To The Home
FTTx Fiber To The x (x = home, building, curb)
GOCAP Generic Overload Control Activation Protocol
GPRS General Packet Radio Service
GPS Global Positioning System
GSI-NGN Global Standards Initiative-NGN
GSM Global System for Mobile Communication
GW Gateway
HAN Home Area Network
HSDPA High-Speed Downlink Packet Access
HSPA High-Speed Packet Access
HSUPA High-Speed Uplink Packet Access
IBCF Interconnection Border Control Function
ICT Information and Communication Technology
ID Identification
IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF Internet Engineering Task Force
IMS IP Multimedia Subsystem
IP Internet Protocol
IPsec secured IP
IPTV Internet Protocol Television
IPv4 IP version 4
IPv6 IP version 6
ISDN Integrated Services Digital Network
ITU International Telecommunication Union
IWF Interworking Function
JRG-NGN Joint Rapporteur Group on NGN
L2TF Layer 2 Termination Function
LAN Local Area Network
LTE Long-Term Evolution
MAC Media Access Control
MGF Media Gateway Function
MMS Multimedia Message Service
MRFP Media Resource Function Processor

NAPT Network Address Port Translation
NASS Network Attachment Subsystem
NGMN Next Generation Mobile Network
NGN Next Generation Networks
NGN-GSI NGN Global Standards Initiative
NGN-MFG NGN Management Focus Group
OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplex
OFDMA Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PDA Personal Digital Assistant
PES PSTN/ISDN Emulation Subsystem
PLC Power Line Communication
PSTN Public Switched Telephone Network
QoS Quality of Service
RFID Radio Frequency Identity
RRC Radio Resource Control
RTSP Real-Time Streaming Protocol
SGF Signaling Gateway Function
SIM Subscriber Identity Module
SIP Session Initiation Protocol
SMS Short Message Service
TCP Transmission Control Protocol
TDM Time Division Multiplexing
TISPAN-NGN Telecommunication and Internet converged Services and Protocols for
Advanced Networking-NGN
TMF Telecom Management Forum
UE User Equipment
UMTS Universal Mobile Telecommunication System
UNI User Network Interface
UPSF User Profile Server Functions
UTRAN Universal Terrestrial radio Access Network
VoIP Voice over IP
WCDMA Wideband CDMA
WiMAX Worldwide interoperability for Microwave Access

Βιβλιογραφία

- ITU-T Recommendation Y.2001, "General Overview of NGN", ITU-T, 2004
- Wikipedia τελευταία ανάκληση 8/10/2014
- CITEL Inter-American Telecommunication Commission, P1/T-0363/04 "Technical Notebook: Next Generation Networks Standards Overview", CITEL
- ITU-T Recommendation Y.2011, "General principles and general reference model for Next Generation Networks", ITU-T, 2004
- CITEL Inter-American Telecommunication Commission, P1/T-0363/04 "Technical Notebook: Next Generation Networks Standards Overview", CITEL
- Working Party on Telecommunication and Information Services Policies, "NEXT GENERATION NETWORK DEVELOPMENT IN OECD COUNTRIES", OECD
- ITU-T Y.2011, 'General principles and general reference model for next-generation networks'.
- ITU-T M.3060, 'Principles for the management of next generation networks'.
- ITU-T Y.2021: 'IMS for next generation networks'.
- 3GPP TR 23.882: '3GPP system architecture evolution, report on technical options and conclusions'.
- ITU-T Y2012: 'Functional requirements and architecture of the NGN'.
- ETSI ES 282 001 version 1.1.1: 'Protocols for advanced networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 1'.
- ETSI TS 123 003: "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Numbering, addressing and identification".
- ETSI ES 282 004: "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture; Network Attachment Sub-System (NASS)".
- ETSI ES 282 002: "Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Sub-system (PES); Functional architecture".
- ITU-T Recommendation E.164.1: "Criteria and procedures for the reservation, assignment and reclamation of E.164 country codes and associated identification codes (ICs)".
- ITU-T Recommendation E.195: "ITU-T International numbering resource administration".
- IEEE Communications Magazine: «Standardization of Femtocells in 3GPP»
- 2011 IEEE 22nd International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications «Energy Efficient AF Relaying under Error Performance Constraints with Application to M2M Networks»
- Andrius Aucinas and Jon Crowcroft University of Cambridge Cambridge, UK: «Energy efficient mobile M2M communications»

- Chih-Yuan Tu, Chieh-Yuan Ho, and Ching-Yao Huang - Graduate Institute of Electronics Engineering - National Chiao Tung University - HsinChu, Taiwan: «Energy-Efficient Algorithms and Evaluations for Massive Access Management in Cellular Based Machine To Machine Communications»
- International Journal of Software Engineering and Its Applications
- International Journal of Software Engineering and Its Applications Vol. 7, No. 1, January, 2013: «Energy-Efficient Random Access for Machine- to-Machine (M2M) Communications»
- IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 1, NO. 3, JUNE 2012: «Energy-Saving Massive Access Control and Resource Allocation Schemes for M2M Communications in OFDMA Cellular Networks»
- IEEE INFOCOM 2011 Workshop on M2MCN-2011: «ENERsip: M2M-based platform to enable energy efficiency within energy-positive neighbourhoods»
- IEEE Communications Magazine • April 2011: «Machine-to-Machine Communications for Home Energy Management System in Smart Grid»