



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ

<ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ>

5G

ΚΟΤΡΩΤΣΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

A.M 5555

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2017

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ.....	I
<i>ΚΟΤΡΩΤΣΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ</i>	I
<i>ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ</i>	I
ΠΑΤΡΑ 2017	I
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	III
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	13
2.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΟΥ 5G	15
2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ 5G	23
3.1 ΕΜΦΑΝΙΣΗ 5G ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ	23
3.1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 5G (ERICSSON)	24
3.1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 5G (SAMSUNG)	24
3.1.3 ΕΜΦΑΝΙΣΗ 5G ΔΙΚΤΥΟΥ	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: MACHINE TO MACHINE COMMUNICATIONS	26

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....27

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

PMCH PHYSICAL MULTICAST CHANNEL
PDSCH PHYSICAL DOWNLINK SHARED CHANNEL
PMCH PHYSICAL MULTICAST CHANNEL
PBCH PHYSICAL BROADCAST CHANNEL
PCFICH PHYSICAL CONTROL INDICATOR CHANNEL
PDCCH PHYSICAL DOWNLINK CONTROL CHANNEL
PHICH PHYSICAL HARQ INDICATOR CHANNEL
PUSCH PHYSICAL UPLINK SHARED CHANNEL
PUCCH PHYSICAL UPLINK CONTROL CHANNEL
PRACH PHYSICAL RANDOM ACCESS CHANNEL
IOT INTERNET OF THINGS
ITU INTERNATIONAL TELECOMUNICATIN UNION
LTE LONG TERM EVOLUTION
WIMAX WORLDWIDE INTEROPERABILITY MICROWAVE
HSDPA HIGH SPEED DOWNLINK PACKET ACCESS
UMTS UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATIONS SYSTEM
NFV NETWORK FUNCTION VIRTUALIZATION
SDN SOFTWARE DEFINED NETWORK
ICT INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY
NLOS NON LINE OF SIGHT
CDMA CODE DIVISION MULTIPLE ACCESS
OFDM ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING

UWB ULTRA WIDEBAND
MC-DMA MULTI-CARRIER CODE-DIVISION MULTIPLE ACCESS

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το υλικό του υπολογιστή (computing hardware) αποτελεί σημαντικό τμήμα της υπολογιστικής διαδικασίας και της αποθήκευσης δεδομένων. Η αρχική μορφή του υλικού των υπολογιστικών συσκευών ήταν πιθανότητα κάποια ράβδος με εγκοπές. Η πρώτη «συσκευή» που χρησιμοποιούνταν για υπολογισμούς ήταν ο άβακας. Φυσικά με την πάροδο του χρόνου ο ηλεκτρονικός υπολογιστής αναπτύχθηκε και φυσικά αυξήθηκε η ζήτηση του σε τέτοιο σημείο ώστε σε κάθε σπίτι να υπάρχει ένας φορητός υπολογιστής. Μεγάλη ανατροπή βέβαια στην εξέλιξη της τεχνολογίας έπαιξε ρόλο η ανάπτυξη του διαδικτύου και φυσικά με τον καιρό οι απαιτήσεις αυξήθηκαν σε τέτοιο βαθμό ώστε πλέον να είναι εφικτό σε κάθε τηλεφωνική συσκευή να υπάρχει το διαδίκτυο. Σύντομα οι δικτυακές διευθύνσεις που υπάρχουν στο IPv4 δεν θα επαρκούν και θα επικρατήσει το IPv6. Στις μέρες μας οι χρήστες χρησιμοποιούν διαρκώς το διαδίκτυο για διάφορους σκοπούς όπως για δουλειά, ενημέρωση, ψυχαγωγία κ.λ.π.. Ακόμα οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές με τη χρήση του διαδικτύου κάνουν πιο εύκολη την επικοινωνία αλλά και πιο οικονομική. Οι άνθρωποι συνεργάζονται από μακριά κι παρέχουν ή εκμεταλλεύονται διάφορες δικτυακές υπηρεσίες όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο. Η ανάπτυξη των οικιακών δικτύων μέσα στα οποία συνδέονται κινητά, υπολογιστές που απαιτούν πρόσβαση στο διαδίκτυο. Έτσι γίνεται αντιληπτή η ανάγκη για ανάπτυξη και προώθηση της κινητής πέμπτης γενιάς τεχνολογίας. Θα ήθελα να κάνω μια σύντομη αναφορά στις γενιές κινητης τηλεφωνίας.

1G: Η πρώτη γενιά κυψελωτά δίκτυα που προέρχονται από τις αρχές του 1980 είχαν αναλογική βάση. Υποστήριζαν φωνητική επικοινωνία και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά δεδομένων με μοντεμ.

2G: Τα δεύτερης γενιάς κυψελωτά δίκτυα εμφανίστηκαν περίπου 10 χρόνια αργότερα με τη χρήση ψηφιακών δικτύων. Τα 2G συστήματα παρέχουν καλύτερη ποιότητα φωνητικής φωνής όπως και άλλες υπηρεσίες μηνυμάτων. Τα 2G συστήματα παρόλο που χρησιμοποιούνται για τη φωνή μπορούν να υποστηρίξουν τη μετάδοση

δεδομένων σε ποσοστά 9,6 έως 14,4 kbps , βέβαια αυτή η ταχύτητα μετάδοσης είναι πολύ αργή για άνετη μετάβαση στο INTERNET.

3G: Τα 3G κυψελωτά δίκτυα βασίζονται στην τεχνολογία μεταγωγής πακέτων η οποία επιτυγχάνει μεγαλύτερη αποδοτικότητα και υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης που κυμαίνονται από 144 kbps.Φυσικά έχουν επιτεύξει επαρκή χωρητικότητα για μετάφορα βιντεο, γραφικών και άλλα πλούσια μέσα επιπρόσθετα με τη φωνή.Αυτό καθιστά κατάλληλα τα δίκτυα 3G για την ασύρματη ευρυζωνική πρόσβαση στο Διαδίκτυο και τη μετάδοση δεδομένων.

4G: Η ITU ανακοίνωσε τον Οκτώβριο του 2010 ότι τα δύο συστήματα πληρούν τις απαιτήσεις του IMT-advanced.Ένα σύστημα ήταν το LTE-advanced, ενώ το άλλο ήταν μια βελτιωμένη έκδοση το WiMAX στο πλαίσιο της IEEE802.16m προδιαγραφής γνωστό ως mobile WiMAX 2.0.Η Qualcomm είχε αρχικά ως στόχο την ανάπτυξη έως διαδόχου 4G ωστόσο αυτό δεν διέθετε δύο από τα πλεονεκτήματα του προκατόχου του α) δεν υπάρχει πλήρη συμβατότητα β)και δεν θα ήταν το μοναδικό που θα μπορούσε να λειτουργήσει στα στενά εύρη ζώνης που κυριαρχού στη Βόρεια Αμερική , έτσι στράφηκαν προς LTE.Υπήρχαν δύο επανομείναντες τεχνολογίες για κινητές επικοινωνίες 4G το LTE και το WiMAX.Το LTE έχει μεγαλύτερη υποστήριξη των παρόχων και των κατασκευατών.Το Δεκέμβριο του 2010 η ITU έδωσε την άδεια της για τη χρήση του 4G για να περιγράψει το LTE και το WiMAX 1.0 αλλά και σε κάθε άλλη τεχνολογία καλύτερη από τα συστήματα 3G.

Το φυσικό επίπεδο του LTE έχει ως στόχο να παρέχει βελτιωμένες δυνατότητες ασύρματης διεπαφής μεταξύ του σταθμού βάσης και σε σύγκριση με τις προηγούμενες τεχνολογίες όπως το UMTS ή το HSDPA.

Το LTE υποστηρίζει ένα ευρύ σύνολο φυσικών καναλιών που είναι υπεύθυνα για την εκτέλεση πληροφοριών από υψηλότερα στρώματα (τόσο τα δεδομένα των χρηστών όσο και τον έλεγχο των πληροφοριών).Η πλήρως σειρά φυσικών καναλιών ανοδικής και καθοικής ζεύξης μαζί με μια σύντομη επεξηγήση σκοπού τους παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας:1

ΖΕΥΞΗ	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
	ΚΑΝΑΛΙΟΥ	

ΚΑΘΟΔΙΚΗ	PDSCH	Physical downlink shared channel	Μεταφέρει δεδομένα χρήστη από τα ανώτερα στρώματα στην καθοδική ζεύξη, καθώς και σήματα σελιδοποίησης.
	PMCH	Physical multicast channel	Χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της κίνησης MBMS.
	PBCH	Physical broadcast Channel	Χρησιμοποιείται για την μετάδοση συγκεκριμένου σετ κυψελών ή για τις πληροφορίες του συστήματος.
	PCFICH	Physical control Format indicator Channel	Καθορίζει τον αριθμό των OFDM συμβόλων που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τα κανάλια ελέγχου.
	PDCCH	Physical downlink Control channel	Μεταφέρει αναθέσεις προγραμματισμού, άδεια για ανοδική ζεύξη και άλλους ελέγχους.
	PHICH	Physical HARQ indicator channel	Μεταφέρει την υβριδική HARQ ACK/NAK.
ΑΝΟΔΙΚΗ	PUSCH	Physical uplink shared channel	Μεταφέρει δεδομένα χρήστη ανοδικής

ζεύξης από τα ανώτερα στρώματα οι πόροι για την PUSCH κατανέμονται σε μια βάση υπό-πλαισίου από τον προγραμματιστή.

PUCCH

Physical uplink control channel

Η PUCCH ασκεί τον έλεγχο των πληροφοριών ανοδικής ζεύξης .συμπεριλαμβανομένων των καναλιών ένδειξης ποιότητας και τα αιτήματα προγραμματισμού ανοδικής ζεύξης.

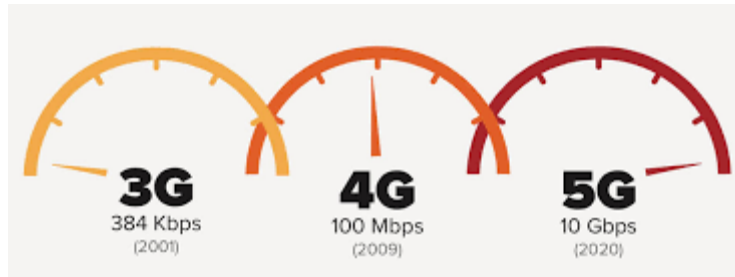
PRACH

Physical random access channel

Χρησιμοποιείται για να ζητάει μια σύνδεση εγκατάστασης στην ανοδική ζεύξη.

ΣΥΝΤΟΜΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ 3G ΜΕ 4G

- Υψηλότερο ρυθμό μετάδοσης από το 3G
- Καλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου φάσματος
- Μικρότερο κόστος ανά bit
- Μικρότερες κυψέλες για την επίτευξη των ζητούμενων μεγαλύτερων ρυθμών μετάδοσης για τον ίδιο πληθυσμό



Εικόνα 1.1 Σύγκριση ταχυτήτων δικτύων.

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ 5G?

Όλοι αγαπούν το γρήγορο δίκτυο για αυτό άλλωστε η τεχνολογική εξέλιξη έφτασε στην δημιουργία ενός πιο εξελιγμένου και γρηγορότερου δικτύου του 5G δικτύου. Συγκεκριμένα είναι μια ασύρματη σύνδεση που έχει σχεδιαστεί ειδικά για να συμβαδίζει με τον πολλαπλασιασμό των συσκευών. Δεν αφορά μόνο την κινητή τηλεφωνία αλλά και τις οικιακές συσκευές, τις κλειδαριές θυρών, τις κάμερες ασφαλείας, τα αυτοκίνητα, τα περιλαίμια σκυλιών καθώς και άλλες συσκευές που συνδέονται με τον ιστό.

Η 5G τεχνολογία θα βασιστεί στην τεχνολογία που δημιουργήθηκε για το δίκτυο 4G από την LTE. Θα επιτρέψει στους χρήστες να στέλνουν κείμενα, να κάνουν κλήσεις καθώς και την πιο απαραίτητη λειτουργία την περιήγηση στον ιστότοπο. Βέβαια όλα αυτά θα γίνονται με μεγάλη διαφορά στην ταχύτητα. Η ουσιαστική διαφορά από τα προηγούμενα δίκτυα είναι η ταχύτητα δηλαδή την παρούσα χρονική στιγμή οι ταχύτητες μεταφοράς του 4G LTE φτάνουν ένα gigabit ανά δευτερόλεπτο δηλαδή μια σύντομη ταινία σε HD χρειάζεται περίπου μια ώρα για να κατέβει στις τέλειες συνθήκες. Το 5G θα αλλάξει αυτή την ταχύτητα σε 10 gigabits ανά δευτερόλεπτο δηλαδή μια ταινία θα κάνει να κατέβει απλά κάποια δευτερόλεπτα.

Ένα από τα σημαντικά στοιχεία που θα χαρακτηρίζει την λειτουργία του είναι η απειροελάχιστη καθυστέρηση ανάμεσα στην εντολή και την ανταπόκριση των συστημάτων σε οποιαδήποτε από τις πολλές μελλοντικές εφαρμογές κάτι το οποίο στις μέρες μας δεν ισχύει.

Το ίδιο ισχύει και για τα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο ρομπότ.Ειδικά στην χειρουργική ο χρόνος ανάμεσα στην εντολή γιατρού και την εκτέλεση της πρέπει να είναι ελάχιστος.

Σαφώς και τα ρομπότ που εκτελούν σύνθετες λειτουργίες στις βιομηχανικές μονάδες συναρμολόγησης και βρίσκονται σε συνεχή συνεννόηση μεταξύ τους συγκροτώντας έτσι ομάδες εργαζομένων.

Καθώς η καθυστέρηση και στις δύο περιπτώσεις θα είναι καταστροφική για την πορεία της παραγωγής και την ακρίβεια στην εκτέλεση εντολών.

Ένα μεγάλο ερώτημα που αφορά τους χρήστες smartphones είναι εάν θα πρέπει να αλλάξουν κινητό.Η απάντηση είναι πως εννοείται καθώς τα κινητά νέας γενιάς θα έχουν πολλαπλές κεραιές κάτι που είναι απαραίτητο για το δίκτυο πέμπτης γενιάς.

Τα μελλοντικά δίκτυα αναμένεται να είναι πιο ευέλικτα και θα επιτρέπουν το Internet services να τοποθετείται πιο κοντά στους χρήστες.Η μεγάλη πυκνότητα στα δίκτυα θα αυξήσει τα οφέλη από τη μείωση της συμφόρησης στην αρχιτεκτονική του πυρήνα και θα παρέχει μια βελτίωση στην εξυπηρέτηση των χρηστών.Ακόμα αναμένεται να προβλέπουν τον διαμοιρασμό των πόρων για να αντιμετωπιτούν τόσο οι υψηλές απαιτήσεις των βιβτεο εφαρμογών μερικών χρηστών καθώς και το μικρό bit-rate κίνησης από μια μεγάλη ομάδα αισθητήρων (Internet of Things)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΕΧΝΙΚΑ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΝΕΕΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Το 5GPP(Infrastructure Public Private Partnership) είναι ένας οργανισμός ,που σκοπός έχει να συνεισφέρει στη νέα εποχή των ICT υποδομών ώστε να γίνουν ανταγωνιστικές στην παγκόσμια αγορά.Τα τεχνικά χαρακτηριστικά είναι τα ακόλουθα:

Αύξηση όγκου δεδομένων που διακινούνται μέσω των κινητών δικτύων ανά γεωγραφική περιοχή, δηλαδή πλέον δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στο ρυθμό μετάδοσης γενικά και όχι κάτω απο ιδανικές συνθήκες.

Αύξηση ρυθμού μετάδοσης δεδομένων.Οι εφαρμογές απαιτούν πακέτα πληροφοριών που πρέπει να παραδοθούν με επιτυχία και με πολύ μεγάλη πιθανότητα μέσα σε κάποιο χρονικά καθορισμένο διάστημα, η αποτυχία οδηγεί σε σημαντικές βλάβες.Έτσι είναι απαραίτητος ο προσεκτικός σχεδιασμός του επιπέδου εφαρμογής και της ασύρματης σύνδεσης.

Κινητικότητα η οποία αφορά τη συνεχή παροχή υπηρεσιών στο χρήστη ενώ αυτός βρίσκεται σε κίνηση.Συνεπώς τα δίκτυα πρέπει να έχουν την ικανότητα να καλύπτουν αυτή την ανάγκη δηλαδή η εξυπηρέτηση των χρηστών θα πρέπει να γίνεται μόνο από απαίτηση και όχι να είναι δεδομένη από όλες τις συσκευές με σκοπό την αποδοτικότερη αξιοποίηση του συστήματος.

Βελτίωση της ποιότητας ανεξαρτήτως της γεωγραφικής θέσης. Στη σημερινή εποχή παίζει βασικό ρόλο η απόσταση του χρήστη από το σταθμό βάσης όσο πιο κοντά τόσο πιο καλά..

Πυκνότητα συνδέσεων συσκευών ,δηλαδή θα πρέπει να υποστηρίζει μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιάδες ταυτόχρονες συνδέσεις.Στις περιοχές με μεγάλη κίνηση δεδομένων θα πρέπει ο μεγάλος αυτός αριθμός συσκευών να ανταλλάσσει

πληροφορίες με το δίκτυο. Ακόμα θα πρέπει να υπάρχει συνεχής υποστήριξη για τις προηγούμενες γενιές. Η προσθήκη του 5G στην τεχνολογία δεν μπορεί να είναι η τελικά λύση αλλά ένα επιπλέον κομμάτι στην παγκόσμια εξέλιξη για την ικανότητα συνδεσιμότητας των συσκευών. Η απαίτηση για 1000 φορές υψηλότερο εύρος ζώνης ανά περιοχή δεν εξαρτάται από το 5G αλλά είναι το αποτέλεσμα από τη σύνδεση περισσότερων συσκευών με υψηλότερο εύρος ζώνης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ενώ το δίκτυο 5G ίσως προσθέσει μια νέα ώθηση, η εξέλιξη του LTE μεταβάλλει το ποσό του εύρους ζώνης που καταναλώνεται σε κάθε περιοχή και αυτό θα αυξηθεί μέχρι την έλευση του 5G. Επιπλέον τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του λειτουργικού κόστους του δικτύου.

Αξιοποίηση του φάσματος. Το δίκτυο 5G θα μπορεί να προσφέρει τη δυναμική εκχώρηση φασματικών πόρων εκεί που η ανάγκη είναι μεγαλύτερη.

Η χρήση των σημάτων σηματοδότησης και ελέγχου θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο όπου αυτό είναι απαραίτητο ώστε να μη γίνεται άσκοπη χρήση ραδιοπόρων και ενέργειας.

Δυναμικός έλεγχος των συσκευών μέσω του δικτύου. Το δίκτυο θα μπορεί να διαχειρίζεται με ευέλικτο και δυναμικό τρόπο τον εξοπλισμό. Θα δίνεται δηλαδή η δυνατότητα επιλογής του κατάλληλου προφίλ ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε σύνδεσης. Οι διαχειριστές των δικτύων θα έχουν τη δυνατότητα ελέγχου του software και του hardware καθώς και τη δυνατότητα ανανέωσης του λειτουργικού συστήματος. Τέλος θα δίνεται η δυνατότητα διόρθωσης βλάβης και η συλλογή πληροφοριών από τον εξοπλισμό των χρηστών με στόχο την βελτιστοποίηση του συστήματος.

Ελάττωση της ενεργειακής κατανάλωσης από τα δίκτυα και τις συσκευές ώστε να συμβάλλει στην οικονομική και οικολογική βιωσιμότητα.

Πολλαπλές συχνότητες και είδη ευελιξίας. Οι συσκευές θα μπορούν να υποστηρίξουν σήματα διαφορετικών συχνοτήτων αλλά και με διαφορετική πολυπλεξία. Οι κινητές συσκευές θα πρέπει να έχουν την ευελιξία να χειρίζονται ένα σύνολο δεδομένων από διαφορετικές τεχνολογίες καθώς θα συναντήσουν διαφορετικά περιβάλλοντα.

Βελτίωση της διαθεσιμότητας δικτύου και της κάλυψης. Το ζήτημα αυτό έγκειται κυρίως στις οικονομικές και επιχειρηματικές συζητήσεις. Οι χειριστές

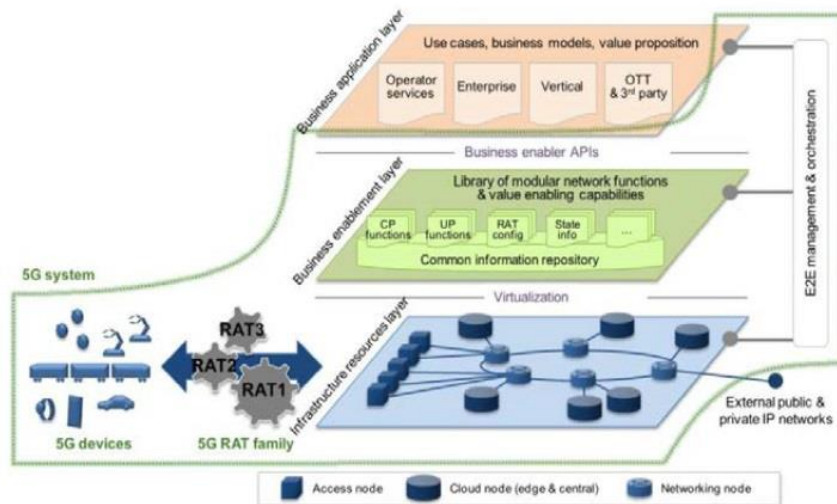
αποφασίζουν που θα τοποθετήσουν τις κυψέλες βασιζόμενοι στο κόστος του δικτύου.Σαφώς επειδή το δίκτυο 5^{ης} γενιάς απαιτεί μεγαλύτερη χωρητικότητα έτσι γίνεται απαραίτητη η βέλτιστη χρησιμοποίηση του διαθέσιμου φάσματος.Όσο αυξάνεται ο η πυκνότητα των κυψελών δημιουργείται το φαινόμενο των παρεμβολών μεταξύ των κυψελών.Αυτό οδηγεί στη μείωση της απόδοσης του συστήματος.Ο έλεγχος αυτών των παρεμβολών μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με τη χρήση CoMP , είτε με τη συντονισμένη κωδικοποίηση πριν την αποστολή ή με άλλους αλγόριθμους συντονισμού των κυψελών που έχουν προταθεί.

Ασφάλεια.Τα δίκτυα 5G θα έχουν την ικανότητα διαχείρισης τεράστιων όγκων δεδομένων που θα ανταλλάσσονται μεταξύ ανθρώπων και μηχανών.Πρέπει να λάβουμε σαν παράμετρο τη μεταφορά ευαίσθητων προσωπικών δεδομένων τα οποία πρέπει να προστατευτούν από ανεπιθύμητη πρόσβαση , τροποποίηση ή και από καταστροφή.Η υπηρεσία αυτή επειδή θα χρησιμοποιηθεί από υπηρεσίες υγείας και δημόσιας ασφάλειας θα πρέπει να χρήζουν της μέγιστης ασφάλειας.

Υποστήριξη των προηγούμενων δικτύων.Το 5G θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα υποστήριξης των νέων τεχνολογιών κινητών δικτύων και ασύρματης πρόσβασης με τα δίκτυα προηγούμενων γενεών προκειμένου να επιτευχθεί η εκ νέου εκμετάλλευσή τους .

2.1ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΟΥ 5G

Για το δίκτυο 5G θα δημιουργηθεί μια αρχιτεκτονική που να διαχωρίζει το hardware με το software ενώ ταυτόχρονα θα αξιοποιεί όλες τις δυνατότητες των τεχνολογιών SDN και NFV.Η αρχιτεκτονική αυτή θα έχει ένα σύνολο από διεπαφές προγραμματιζόμενων εφαρμογών (Application Programming Interfaces-APIs) ικανών να υποστηρίξουν το σύνολο διαφορετικών χρηστών που αναμένεται να έχει η τεχνολογία 5G.Παρακάτω ακολουθεί μια εικόνα της αρχιτεκτονικής προγραμματιζόμενων δικτύων.



Εικόνα 2.1 Μοντέλο συστήματος όσον αφορά την αρχιτεκτονική του 5G δικτύου.

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται το μοντέλο του συστήματος που προτείνεται για το σχεδιασμό της αρχιτεκτονικής για τα 5G συστήματα τα οποία είναι βασισμένα στο IP μοντέλο. Το σύστημα αποτελείται από το τερματικό χρήστη user-terminal και από έναν αριθμό ανεξάρτητων και αυτόνομων radio access τεχνολογιών που είναι δυνατόν να είναι συνδεδεμένες με διάφορους servers ή στο ευρύτερο internet. Σαφώς όταν ένας χρήστης επιθυμεί να επικοινωνήσει με έναν server χρησιμοποιώντας το IP protocol θα πρέπει να υπάρχει σύνδεση και σε ένα κινητό χρήστη οποίος αλλάζει radio access technology θα πρέπει να δημιουργείται μια καινούρια σύνδεση. Αυτό δεν είναι συμβατό με τα 5G συστήματα αλλά εφαρμόζοταν στα παλιότερα. Έτσι προτείνεται η δημιουργία ενός network level που θα διαχειρίζεται τα network access από τα διαφορετικά radio access terminal (RATs) και θα γίνεται η μεταφορά ενός ανώτερου layers, σε αυτή τη διαδικασία λαμβάνει μέρος και η μονάδα ελέγχου που συνεργάζεται με το τερματικό. Αυτό το νέο network level παρέχεται μέσα από τα IP tunnel. Δηλαδή στην πραγματικότητα θα γίνεται σύνδεση μεταξύ του χρήστη και τερματικού και θα δημιουργείται tunnels μεταξύ τερματικού και μονάδας ελέγχου, και με τον POLICY ROUTER θα γίνεται η δρομολόγηση πακέτων κατόπιν συγκεκριμένων πολιτικών σύμφωνα με το πρωτόκολλο. Ο χρήστης θα θέτει μια IP address από την πλευρά του δημιουργώντας tunnels όσα και τα RATs που συνδέεται και μετά θα αναλαμβάνει το πρωτόκολλο.

2.2 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Για την ανάπτυξη και τις απαιτήσεις των 5G δικτύων έχουν αναπτυχθεί κάποιες σχεδιαστικές αρχές. Για να ικανοποιηθούν όλες οι δυνατότητες θα πρέπει να ακολουθήσουν και να υποστηριχθούν τα SDN και NFV. Έτσι το 5G θα σχεδιαστεί με ευελιξία και επεκτασιμότητα. Για αυτό το λόγο οι πάροχοι υπηρεσιών στρέφονται στην ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το Ultra Dense Deployments , το Software Networking (SDN) , το Network Function Virtualization (NFV) και το Cloud Computing.

CLOUD COMPUTING

Το Cloud Computing είναι ένας μηχανισμός με τον οποίο δίνεται πρόσβαση στους παρόχους σε έναν απεριόριστο αριθμό εικόνων. Το Cloud Computing αποτελείται από τα παρακάτω επίπεδα :

Infrastructure as a service (IaaS) ο απαραίτητος εξοπλισμός υποδομών παρέχεται στη μορφή Virtual Machines. Ο πάροχος είναι υπεύθυνος για το Cloud Virtualization , για τους servers , τη μνήμη και άλλες δικτυακές συσκευές. Η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή είναι να μπορεί να δεμεύσει προς χρήση επεξεργαστική ισχύ , αποθηκευτικά μέσα, δίκτυα και άλλους υπολογιστικούς πόρους όπου ο καταναλωτής είναι σε θέση να αναπτύξει και να εκτελέσει αυθαίρετο λογισμικό , το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει λειτουργικά συστήματα και εφαρμογές.

Platform as a service (PaaS) η δυνατότητα που παραχωρείται στην cloud υποδομή εφαρμογές που έχει δημιουργήσει ή εφαρμογές που έχει αποκτήσει οι οποίες έχουν με χρήση γλωσσών προγραμματισμού που υποστηρίζονται από τον πάροχο.

Software as a service (SaaS) η δυνατότητα που παρέχεται στον καταναλωτή είναι να χρησιμοποιεί τις εφαρμογές του παρόχου που τρέχουν σε μια cloud υποδομή. Οι εφαρμογές είναι προσβάσιμες από διάφορες client συσκευές. Ο καταναλωτής δεν έχει τη διαχείριση ή τον έλεγχο της χρησιμοποιούμενης cloud υποδομής συμπεριλαμβανομένων των δικτύων , των servers , των λειτουργικών συστημάτων , των αποθηκευτικών μονάδων ή ακόμα και μεμονομένων δυνατοτήτων της εφαρμογής.

NETWORK FUNCTION VIRTUALIZATION

Είναι μια συμπληρωματική τεχνολογία του SDN , η οποία εικονοποιεί τις περισσότερες λειτουργίες ενός δικτύου.Χρησιμοποιεί software packages τα οποία μπορούν να συγκεντρωθούν και να συνδεθούν με τη δημιουργία των ίδιων υπηρεσιών που παρέχονται από τα προγενέστερα δίκτυα.Το NFV διαδέχεται τον κλασικό server virtualization που μπορεί με την εγκατάσταση πολλαπλών εικονικών μηχανών να προγραμματίσει διάφορα λειτουργικά συστήματα software και processes.Δηλαδή αποσκοπεί στη μεταφορά δικτυακών ή τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών , οι οποίες λειτουργούν σε εξειδικευμένες πλατφόρμες , σε εικονικές υποδομές.

Ακόμα με την εφαρμογή NFV στις αρχιτεκτονικές cloud, βελτιώνεται η αντοχή.Η εφαρμογή λειτουργιών δικτύου στα data centers επιτρέπει τη μετακίνηση είτε μεταξύ εικονικών μηχανών είτε μεταξύ πραγματικών μηχανών.Επίσης θα υπάρξει μεγαλύτερη ευελιξία.Το NFV παρέχει τη δυνατότητα διαμοιρασμού του hardware από το software ή λειτουργιών που έγιναν στην πραγματικότητα για τη βιομηχανία των τηλεπικοινωνιών εξαιτίας της αύξησης της απόδοσης των «common , off –the-self» IT συστημάτων.Με το SDN software γίνεται επαναδιαμόρφωση της δικτυακής τοπολογίας του διαχειριστή για τη ρύθμιση τη φόρτωση και την ρύθμιση των απαιτήσεων.

Βέβαια να σημειωθεί ότι το SDN και το NFV στηρίζονται σε διαφορετικές αρχές δηλαδή το πρώτο στηρίζεται στο διαχωρισμό του control plane και του data plane έτσι έχουμε μια κεντροποιημένη άποψη του δικτύου ενώ το δεύτερο στηρίζεται στην βελτιστοποίηση των παρεχόμενων υπηρεσιών μέσω της εικονοποίησης τους.

SOFTWARE DEFINED NETWORKING

Το Software Defined Networking (SDN) αποτελεί μια δικτυακή αρχιτεκτονική κατά την οποία η διαχείριση των αποφάσεων για την δρομολόγηση λαμβάνεται από ένα κεντρικό σημείο διαχείρισης τον controller.Πρόκειται για μια προσέγγιση για τα ασύρματα δίκτυα η οποία επιτρέπει στους controllers να διαχειρίζονται τους εξυπηρετητές δικτύου διαμέσου οδηγιών από το χαμηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας.Στο SDN ισχύει ότι η στατική αρχιτεκτονική των παραδοσιακών δικτύων δεν υποστηρίζει τη δυναμική, ο υπολογισμός και η αποθήκευση χρειάζονται περισσότερα μοντέρνα υπολογιστικά περιβάλλονα όπως είναι τα data centers.Αυτό γίνεται με την αποσύνδεση ή τη σύνδεση του συστήματος

που αναλαμβάνει τη διαχείριση σχετικά με την κίνηση που στέλνεται (το control plane) από τα υποσυστήματα τα οποία ακολουθούν την κίνηση από τον επιλεγμένο προορισμό (το data plan). Πιο συγκεκριμένα με τον όρο softwarization εννοείται ο εμπλουτισμός του δικτύου με εργαλεία λογισμικού με σκοπό την αποτελεσματικότερη διαχείριση τους. Αποσκοπεί στην αύξηση της ικανότητας του δικτύου να προσαρμόζεται δυναμικά στις ανάγκες των εφαρμογών και υπηρεσιών που εξυπηρετεί.

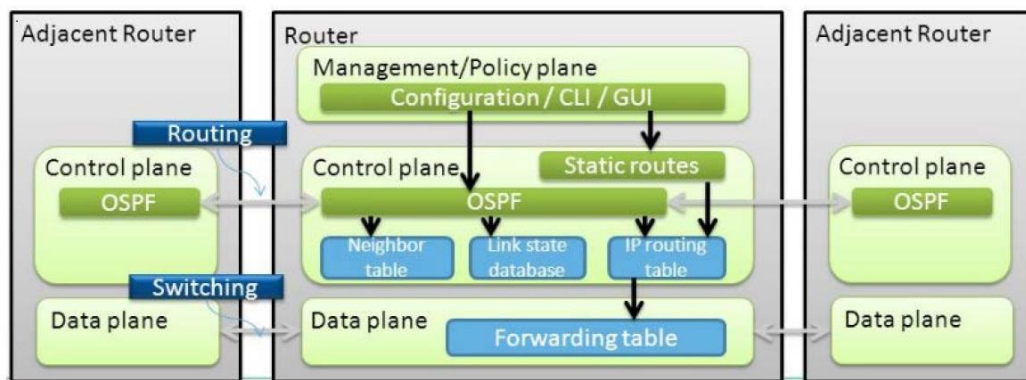
Τα μελλοντικά δίκτυα και οι υπηρεσίες, θα πρέπει όχι μόνο να ορίζονται με τη χρήση software αλλά να μπορούν να προγραμματίζονται και να μπορούν να υποστηρίζουν διαφορετικούς παρόχους υπηρεσιών στους οποίους θα ανατίθενται δυναμικά πόροι, ενώ ταυτόχρονα θα απλοποιείται η διαχείριση της ετερογενούς υποδομής του δικτύου. Έτσι με τη βοήθεια της τεχνολογίας SDN, με την οποία αναφερόμαστε σε μια αρχιτεκτονική όπου οι σταθμοί βάσης του δικτύου θα είναι άμεσα προγραμματιζόμενοι και θα ελέγχονται από έναν κεντροποιημένο ελεγκτή, αντιμετωπίστηκαν τα παραπάνω προβλήματα αλλά επίσης έγινε αποδοτικότερη και η εφαρμογή των Small Cells.

Σε όλα τα δίκτυα που στηρίζονται στις βασικές αρχές των κλασικών δικτύων υπάρχει ένας διαχωρισμός μεταξύ των λειτουργιών τους που φαίνεται παρακάτω :

Management Plane : Πρόκειται για το επίπεδο υπηρεσιών που προσφέρουν η διαχείριση και επίβλεψη στην λειτουργία του εξοπλισμού από την πρόσβαση με ένα Command Line Interface.

Data Plane : Είναι οι διεπαφές ή οι πόρτες που χρησιμοποιούνται για τη λήψη πακέτων.

Control Plane: Έχει να κάνει με τη λήψη αποφάσεων για την επεξεργασία των πακέτων αλλά και τη δημιουργία των απαραίτητων πινάκων.



Εικόνα 2.2 Βασικές αρχές κλασικών δικτύων.

Στην εικόνα απεικονίζεται η αρχιτεκτονική του SDN.

SDN εφαρμογών περιλαμβάνει συνέσμους με άλλες εφαρμογές ή συστήματα.

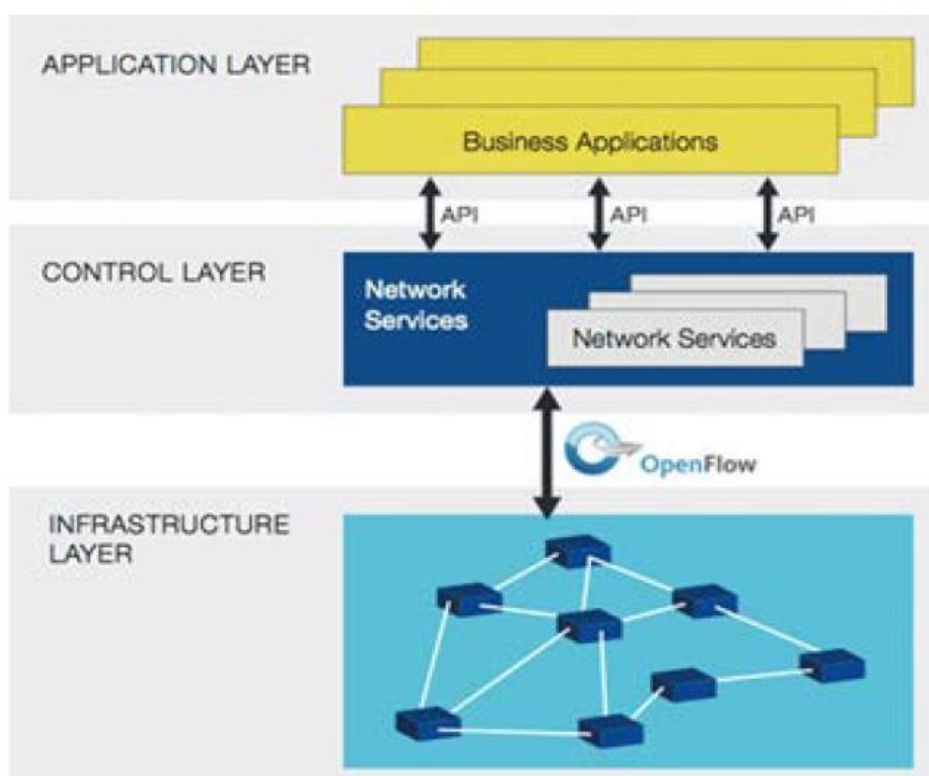
SDN controller περιλαμβάνει το λογισμικά που είναι απαραίτητο για τον ποσοδιορισμό των απαιτήσεων από τις εφαρμογές που είναι διαθέσιμες στο στρώμα εφαρμογών.

SDN υποδομές περιλαμβάνει τις συσκευές και τον εξοπλισμό του δικτύου.

Η βασική ιδέα είναι ο διαχωρισμός των λειτουργιών προώθησης από το στρώμα ελέγχου. Με τα SDN οι εταιρείες και οι πάροχοι κερδίζουν τον έλεγχο όλου του δικτύου αναξερτήτως κατασκευαστή από ένα μοναδικό λογικό σημείο, το οποίο απλουστεύει σημαντικά το σχεδιασμό του δικτύου και τη λειτουργία του. Το SDN απλουστεύει σημαντικά τις ίδες τις δικτυακές συσκευές αφού δεν χρειάζεται πλέον να κατανοούν και να επεξεργάζονται χιλιάδες πρωτόκολλα αλλά να δέχονται εντολές από τους SDN controllers. Το υψηλότερο κόστος μιας δικτυακής συσκευής υψηλής απόδοσης έχει άμεση συνάφεια με το control plane καθώς και με το λογισμικό που διαθέτει. Έτσι το κόστος μεταφέρεται στον controller με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά το κόστος του ανθρώπινου δυναμικού καθώς μειώνεται το κόστος των συσκευών, αντίστοιχα μειώνεται το κόστος του ανθρώπινου δυναμικού καθώς μειώνεται το κόστος των συσκευών που θα πρέπει να ρυθμιστεί. Σαφώς και υπάρχει μεγαλύτερη αξιοπιστία γιατί μειώνεται η ανθρώπινη παρέμβαση με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αυτοματοποίηση των διαδικασιών. Επιπρόσθετα το SDN έχει υψηλή

διαθεσιμότητα. Η δυνατότητα επίβλεψης και ρύθμισης της τοπολογίας από ένα κεντρικό σημείο οδηγεί στην βελτίωση της πρόβλεψης σφαλμάτων μειώνοντας έτσι την απώλεια τοπολογίας. Ακόμη το SDN οδηγεί στην καινοτομία δηλαδή προσφέρει τη δυνατότητα ανάπτυξης νέων υπηρεσιών και τη χρήση αυτών χωρίς την παρεμβολή και παρεμπόδισή τους. Τέλος οδηγεί στην εικονοποίηση των δικτύων, με τη μείωση της πολυπλοκότητας του εξοπλισμού γίνεται ευκολότερη η μετάβαση σε εικονοποιημένο εξοπλισμό χωρίς μεγάλες δυνατότητες και απαιτήσεις.

Για την επικοινωνία μεταξύ controller και εξοπλισμού αναπτύχθηκε ένα πρωτόκολλο το OpenFlow.



Εικόνα 2.3 Αρχιτεκτονική SDN.

Τα βασικά δομικά μέρη :

Ο OpenFlow controller αποτελεί μέσο επικοινωνίας μεταξύ ενός controller και του δικτυακού εξοπλισμού μέσω ενός καναλιού.

Οι OpenFlow μεταγωγείς είναι εξοπλισμός οποίος έχει τη δυνατότητα να προσπελάσει τα μηνύματα που του αποστέλλονται από τον controller που αφορούν τη διαχείριση των πακέτων.

ULTRA DENSE DEPLOYMENTS

Το διαθέσιμο φάσμα είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία για την υποστήριξη των απαιτήσεων της κίνησης στα δίκτυα. Αποτελεί την κύρια πηγή πόρων για τις ραδιοεπικοινωνίες. Στις μέρες μας το τρέχον φάσμα έχει ήδη εξαντληθεί. Οι πWaves μπάντα συχνοτήτων αρχικά είχε απορριφθεί για τη χρήση σε cellular δίκτυα, κυρίως για τη μικρή ακτίνα τους και λόγω των προβλημάτων NLOS. Ωστόσο πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως η μπάντα αυτή των συχνοτήτων θα αποτελέσει μέρος των 5G δικτύων. Αυτό σημαίνει ότι θα λειτουργούν σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων με διαφορετικά χαρακτηριστικά όπως είναι το εύρος ζώνης και οι συνθήκες διάδοσης. Τα μελλοντικά δίκτυα σχεδιάζονται πολύ πιο πυκνά. Ένα κομμάτι των 5G δικτύων θα είναι η πυκνή τοποθέτηση SmallCells τα οποία θα συνυπάρχουν με Microcells και Macrocells αλλά και με συστήματα WiFi, LTE/A και HSPA. Η τακτική network densification δημιουργεί πολύ πυκνά cells εγκαθιστώντας πολλούς σταθμούς βάσης επιτυγχάνοντας υψηλό εύρος ζώνης, μικρή καθυστέρηση κ.α. Μια άλλη λύση είναι υιοθέτηση μερικών κατάλληλων τεχνικών διαμοιρασμού φάσματος. Έτσι για την εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων από τα οφέλη που παρέχονται από την ορθογωνικότητα και τις ομοιοκαναλικές παρατάξεις του δικτύου – μείωση των παρεμβολών και επαναχρησιμοποίηση του φάσματος αντίστοιχα καθώς και επιπλέον βελτίωση της χωρητικότητας από διαφορετικές μικρές κυψέλες με διαφορετικές μικρές κυψέλες με διαφορετικούς τύπους από small cell BSs. Αυτοί οι διαφορετικοί τύποι των small cell BSs θα στοχεύουν σε διαφορετικά περιβάλλοντα και κίνηση. Έτσι η πύκνωση λοιπόν των δικτύων θα δώσει τη δυνατότητα άμεσων και αποτελεσματικών επικοινωνιών με αποτέλεσμα τη με μέγιστη επαναχρησιμοποίηση του εύρους ζώνης και τη μείωση των απωλειών μετάδοσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

5G

3.1 ΕΜΦΑΝΙΣΗ 5G ΣΤΗΝ ΑΓΟΡΑ

Οι τρέχουσες και μελλοντικές τάσεις στον τομέα των κινητών συστημάτων θεωρείται ότι περιλαμβάνουν την εξελικτική πορεία που αρχίζει από την πρώτη γενιά συστημάτων κινητής τηλεφωνίας και συνεχίζει την ανάπτυξη των συστημάτων της 5^{ης} γενιάς. Το 5G υποδηλώνει την επόμενη σημαντική φάση της κινητής τηλεφωνίας όπου τα πρότυπα είναι αυστηρότερα από τα ισχύοντα του 4G. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχει κάποια ιδιαίτερη προδιαγραφή σε οποιοδήποτε επίσημο έγγραφο από οποιονδήποτε φορέα τηλεπικοινωνιών για το 5G.

Οι γενιές κινητής τηλεφωνίας συνήθως δεν είχαν συμβατότητα με τα προηγούμενα κυψελωτά τα οποία ακολουθούσαν τις απαιτήσεις που αναφέρονται από την ITU-T όπως το IMT-2000 για το 3G και το IMT-Advanced για το 4G. Παράλληλα με την ανάπτυξη των γενιών κινητής η ITU-R η IEEE και άλλοι φορείς ανέπτυξαν ασύρματες τεχνολογίες επικοινωνίας συχνά για υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και υψηλότερες συχνότητες αλλά με μικρή εμβέλεια μετάδοσης. Το σύστημα επικοινωνίας πέμπτης γενιάς αντιμετωπίζεται ως προς το πραγματικό ασύρματο δίκτυο, ασύρματες εφαρμογές. Υπάρχουν δύο απόψεις η εξελικτική και η επαναστατική. Στην εξελικτική άποψη του 5G θα επιτρέπεται ένα ευέλικτο δίκτυο όπως ένα ασύρματο δίκτυο DAWN (Dynamic Adhoc). Κατά την άποψη αυτή οι προηγμένες τεχνολογίες συμπεριλαμβανομένων των ευφύων κεραιών και της ευέλικτης διαμόρφωσης είναι τα κλειδιά για τη βελτιστοποίηση των adhoc ασύρματων δικτύων. Στην επαναστατική άποψη τα συστήματα 5G θα πρέπει να είναι ικανά να συνδέσουν όλο τον κόσμο χωρίς όρια.

Τα δίκτυα πέμπτης γενιάς θα υποστηρίζονται από LAS-CDMA, OFDM, MC-CDMA, UWB, Network-LMDS και IPv6 εκχωρεί τη διεύθυνση σε οποιοδήποτε

κινητό κόμβο με βάση τη διαχείριση των τοποθεσιών. Αυτό θα προκαλέσει την απώλεια πόρων στη 5G. Προκειμένου να λυθεί αυτό το πρόβλημα, έχει προταθεί το πρωτόκολλο (bandwidth optimization control protocol) και η διαδρομή δεδομένων συνδυασμένου εύρους ζώνης για το 5G. Η BOCP υλοποιείται μεταξύ του mac επιπέδου και του TCP/IP επιπέδου το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εύρους ζώνης.

3.1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 5G (ERICSSON)

Η Ericsson παρουσίασε τις τελευταίες καινοτομίες τεχνολογίες με ανάλυση στη μεγαλύτερη έκθεση ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης παγκοσμίως την CES 2017 στο Λας Βέγκας. Στο περίπτερο της πραγματοποίησε περισσότερες από 30 επιδείξεις νέων και αναδυόμενων τεχνολογιών, ενώ επέδειξε και τη βελτιωμένη εμπειρία των ατόμων, έπειτα από δοκιμές των πιο σύγχρονων δικτύων και πλατφόρμων. Η Ericsson παρουσίασε τις πιο πρόσφατες δυνατότητες της τεχνολογίας 5G τις οποίες οι πάροχοι θα εισάγουν προσεχώς που συμπεριλαμβάνουν υψηλότερο εύρος ζώνης, μικρότερο χρόνο καθυστέρησης, μεγαλύτερη πυκνότητα, χαμηλότερες απαιτήσεις ενέργειας, σημαντική αύξηση της ασφάλειας, τεμαχισμό δικτύου και κυψελοειδές για μαζικές IoT (Internet of Things) τεχνολογίες.



Εικόνα 3.1 5G-ERICSSON

3.1.2 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 5G (SAMSUNG)

Ο στόχος της Samsung είναι να γίνει ανταγωνιστική και να καταφέρει την ανάπτυξη της τεχνολογίας 5G. Συγκεκριμένα έχει δημιουργήσει την ομάδα

προώθησης IMT-2020 (5G) ώστε να γίνονται έρευνες για την εξέλιξη του δικτύου. Η τεχνολογία του 5G υπόσχεται αυξημένες ταχύτητες. Βέβαια κάτι τέτοιο απαιτεί μια ευρυζωνικότητα συχνοτήτων και η Samsung παρομοίασε το γεγονός αυτό με αυξημένη ροή νερού που πρέπει να διοχετευθεί σε ένα μεγαλύτερο σωλήνα. Σαφώς μείζον πρόβλημα αποτελεί η αποδοχή όλων των εταιρειών από ένα κοινώς αποδεκτό πρότυπο αλλά και της δυναμικότητας του δικτύου.



Εικόνα 3.2 5G-SAMSUNG

3.1.3 ΕΜΦΑΝΙΣΗ 5G ΔΙΚΤΥΟΥ

Η Αμερική εμφανίζει προβάδισμα, ακολουθεί η Ασία και τελευταία στη σειρά είναι η Ευρώπη σύμφωνα με την ανακοίνωση του <Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για το 5G>. Όλα δείχνουν πως στο τέλος του 2018 τα πρώτα 5G δίκτυα θα πρέπει να έχουν παρουσιαστεί και πλήρεις εμπορικές υπηρεσίες θα πρέπει να προσφερθούν έως το τέλος του 2020.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : MACHINE TO MACHINE COMMUNICATIONS

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟ MACHINE TO MACHINE

Το machine to machine αναφέρεται στην απευθείας επικοινωνία μεταξύ συσκευών χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε κανάλι επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των ενσυρμάτων και ασυρμάτων. Η επικοινωνία machine to machine μπορεί να περιλαμβάνει βιομηχανικά όργανα , επιτρέποντας σε έναν αισθητήρα ή μετρητή να μεταδίδει τα δεδομένα που καταγράφει. Στην αρχή η επικοινωνία αυτή επιτεύχθηκε με ένα απομακρυσμένο δίκτυο μηχανών αναμετάδοσης πληροφορίας σε έναν κεντρικό κόμβο για ανάλυση. Η πιο πρόσφατη επικοινωνία machine to machine έχει μετατραπεί σε σύστημα δικτύων που μεταδίδει δεδομένα σε προσωπικές συσκευές. Η επέκταση των δικτύων έχει ως αποτέλεσμα αύξηση της ταχύτητας και χρήση λιγότερης ενέργειας. Έτσι η αυτόνομη σύνδεση έχει παρουσιάσει ισχυρές δυνατότητες βελτίωσης της ανθρώπινης ζωής όπως σε σχέση με την υγεία , με τα έξυπνα δίκτυα , τα έξυπνα σπίτια καθώς και τις μεταφορές. Η M2M αναγνωρίζεται ως μια από τις βασικές τεχνολογίες που θα υποστηρίξουν την αρχιτεκτονική του 5G. Το M2M θα παράγει τεράστιες ποσότητες δεδομένων και έτσι θα χρειαστεί μεγάλη χωρητικότητα κυψελοειδών δικτύων τόσο από άποψη εύρους ζώνης όσο και από ενέργεια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

URLs: <http://stixovoli.com/diktuo-5g-ti-einai-pote-kukloforisei/#>

<http://www.fortunegreece.com/photo-gallery/i-samsung-vazi-plori-gia-tin-5i-genia-kiniton/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/5G>