



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
& ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΞΑΜΗΝΟΥ
ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ
ΕΥΡΥΖΩΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

6G

ΑΛΕΞΙΟΣ ΚΟΤΣΑΜΠΑΣΗΣ

236089

ΔΙΔΑΣΚΩΝ: ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΟΥΡΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	I
ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.1.Η ΠΡΩΤΗ ΓΕΝΙΑ ΑΝΑΛΟΙΓΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ -1G.....	7
1.2.Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΓΕΝΙΑ ΨΥΦΙΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 2G.....	7
1.3.ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 2.5G.....	8
1.4. ΤΡΙΤΗ ΓΕΝΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 3G.....	9
1.5 ΤΕΤΑΡΤΗ ΓΕΝΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 4G.....	10
1.6.ΠΕΜΠΤΗ ΓΕΝΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 5G	11
1.7. ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΙΣΤΙΚΑ ΚΑΘΕ ΓΕΝΙΑΣ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : 6G.....	13
2.1. ΝΕΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ-ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΕΣΩ 6G.....	13
2.2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΔΟΜΗ 6G.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	24
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΕΙΑ.....	26

ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

Advanced Mobile Phone System -AMPS

Artificial Intelligence -AI

Code Division Multiple Access-CDMA

Connected Robotics and Autonomous Systems-CRAS

Enhanced Data rates for GSM Evolution -EDGE

Enhanced Mobile Broadband -eMBB

Frequency Division Multiple Access-FDMA

Gateway GPRS Support Node-GGSN

General Packet Radio Service-GPRS

Generation Partnership Project -3GPP

Global System for Mobile communications-GSM

High Altitude Platform Systems-HAPS

Information and Communications Technology-ICT

Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE

Integrated Services Digital Network-ISDN

Internet of Things -IoT

Internet Protocol - IP

Internet Service Provider -ISP

Kilobits Per Second - KBPS

Kilohertz -KHz

Large Area Synchronized Code Division Multiple Access -LAS-CDMA

Large Intelligent Surface-LISS

Light Emitting Diode- LED

Long Term Evolution-LTE

Low Earth Orbit-LEO

Mobile Switching Station Server-MSCS

Multimedia Messaging Service-MMS

Multiple-Input and Multiple-Output-MIMO

Multi-Carrier Code-Division Multiple Access-MC CCDMA

Nippon Telegraph and Telephone Corporation-NTT

Nordic Mobile Telephone-NMT

Orthogonal Frequency Division Multiplexing-OFDM

Optical Wireless Communications-OWC

Public Land Mobile Network -PLMN

Query Optimization in a Protective Enviroment-QoPE

Radio Access Network-RAN

Radio Frequency-RF

Short Message Service -SMS

TeraBitsPerSecond- Tbps

Terahertz Versus Submillimeter Waves -su-THz

Time Division Multiple Access-TDMA

Universal Mobile Telecommunication System- UMTS

Unmanned Aerial System -UAS

Visible Light Communication-VLC

Visitor Location Register-VLR

World Wide Wireless Web -WWW

5 Dimensions- 5D

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία 50 χρόνια , τα δίκτυα κινητής ασύρματης επικοινωνίας εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς . Η κινητή ασύρματη παραγωγή αναπτύσσεται με κύριο άξονα την αλλαγή στη φύση του εκάστοτε συστήματος,τόσο στην ταχύτητα όσο στην τεχνολογία και στη συχνότητα,παρέχοντας πλέον στους χρήστες δυνατότητες που στο παρελθόν θα έμοιαζαν ουτοπικές.Με αυτό τον τρόπο,στο προαναφερθέν χρονικό διάστημα έχουν υπάρξει 5 γενιές δικτύων κινητής ασύρματης επικοινωνίας,οι οποίες ανταποκρίνονται σε πρότυπα, ικανότητες, τεχνικές και νέα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν την κάθε μια από τις προηγούμενες. Τόσο τεχνικά χαρακτηριστικά όσο και η αρχιτεκτονική της κάθε γενιάς θα αναλύθουν στις ακόλουθες υποενότητες.Παρόλα το διαδίκτυο όλων των εφαρμογών,σε συνδιασμό με τα μειονεκτήματα 5G ανάγκασαν το παγκόσμιο τεχνολογικό στερέωμα να επικεντρωθεί στον καθορισμό της επόμενης γενιάς 6G ασύρματων συστημάτων κινητής επικοινωνίας που μπορεί πραγματικά να ενσωματώσει εκτεταμένες εφαρμογές που κυμαίνονται από αυτόνομα συστήματα έως εκτεταμένη πραγματικότητα.Φυσικά οι θεμελιώδεις αρχιτεκτονικές,οι επιδόσεις καθώς και τα συστατικά του 6G παραμένουν σε μεγάλο βαθμό απροσδιόριστα,όμως τα δόγματα ενός συστήματος 6G θα εμπεριέχουν την εξερεύνηση περισσότερου φάσματος σε ζώνες υψηλής συχνότητας,παρότι αυτό δεν φαντάζει εύκολο να επιτευχθεί. Από αυτήν την άποψη,θα προσδιοριστούν πρώτα κύρια προγράμματα οδήγησης συστημάτων 6G, όσον αφορά τις εφαρμογές και συνοδευτικές τεχνολογικές τάσεις. Θα αναλυθεί τόσο ο στόχος όσο και οι προσεγγίσεις της απόδοτικότητας του 6G.Θεωρούμε σημαντικό να γίνει πρώτα αναδρομή στις προηγούμενες γενιές τεχνολογίας ώστε να γίνουν εμφανείς οι παροχές της εκάστοτε γενιάς καθώς και οι συλλογικές διαφορές τους.

1.1. Η ΠΡΩΤΗ ΓΕΝΙΑ ΑΝΑΛΟΓΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ -1G

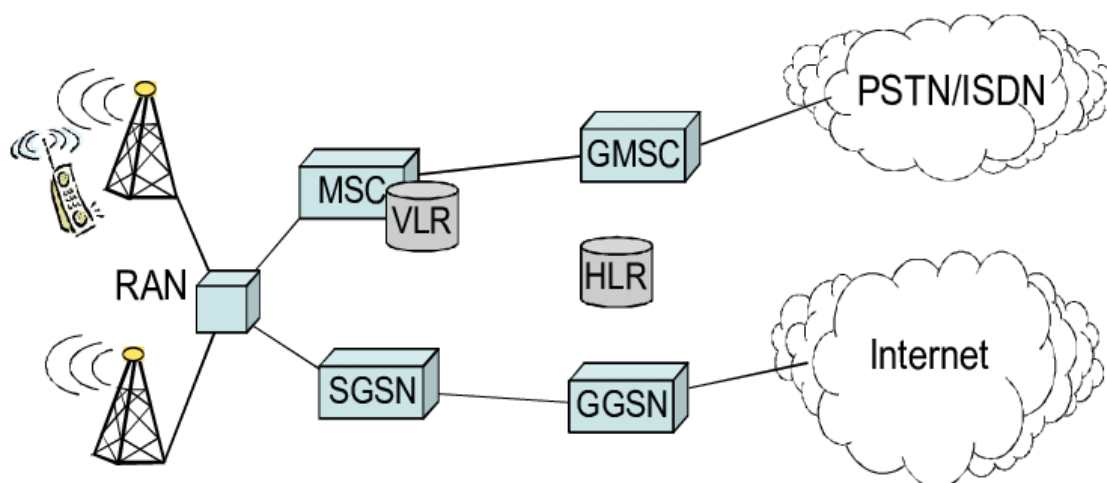
Η εφεύρεση που αποτέλεσε την ναβαρχίδα της τεχνολογίας των δικτύων κινητής ασύρματης επικοινωνίας ήταν παρουσίαση του πρώτου φορητού κινητού τηλεφώνου από τη Motorola το 1973 [4]. Συγκεκριμένα, το πρώτο εμπορικό αυτοματοποιημένο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας ξεκίνησε από την NTT στην Ιαπωνία το 1979, ακολουθούμενη από την έναρξη του συστήματος NMT στη Δανία, τη Φινλανδία, τη Νορβηγία και τη Σουηδία, το 1981. Έπειτα ξεκίνησε η ανάπτυξη σε γενιά για ασύρματη επικοινωνία μέσω κινητού. Αναλυτικότερα τα συστήματα ασύρματης κινητής επικοινωνίας πρώτης γενιάς ήταν μια αναλογική τεχνολογία που αναπτύχθηκε το 1980. Χρησιμοποιήθηκε για φωνητικές υπηρεσίες και βασίστηκε σε τεχνολογία που ονομάζεται AMPS. Το σύστημα AMPS διαμορφώθηκε με συχνότητα και χρησιμοποιούσε πολλαπλή πρόσβαση διαίρεσης συχνότητας FDMA με χωρητικότητα καναλιού 30KHz και ζώνη συχνοτήτων 824-894MHz. Υποστήριζε ταχύτητα έως 2,4kbps. Το 1988, εκχωρήθηκε AMPS με επιπλέον εύρος ζώνης 10MHz που ονομάζεται διευρυμένο φάσμα, το οποίο αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στο Σικάγο, με περιοχή εξυπηρέτησης 2100 τετραγωνικών μιλίων. Το AMPS είχε ως πρώτη κυκλοφορία στις ΗΠΑ το 1982.

1.2. Η ΔΕΥΤΕΡΗ ΓΕΝΙΑ ΨΥΦΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ-2G

Η δεύτερη γενιά (2G) είναι μια ψηφιακή τεχνολογία και υποστηρίζει μηνύματα κειμένου, έγινε ευρεία στο κοίνο στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Βασιζόταν σε ψηφιακά σήματα για μετάδοση φωνής και έχει ταχύτητα 64kbps. Το εύρος ζώνης των 2G είναι 30-200KHz. Το 2G παρέχει υπηρεσίες όπως υπηρεσίες σύντομων μηνυμάτων (SMS), εικόνες μηνυμάτων και υπηρεσίες μηνυμάτων πολυμέσων (MMS). Χρησιμοποιεί σχήματα ψηφιακής διαμόρφωσης όπως το TDMA και το CDMA. Το TTDMA επιτρέπει τη

διαίρεση των σημάτων σε χρονοθυρίδες. Το CDMA παρέχει σε κάθε χρήστη έναν ειδικό κωδικό για να επικοινωνεί μέσω ενός φυσικού καναλιού πολλαπλών καναλιών. Χρησιμοποιούνται τεχνολογίες TMA όπως GSM, PDC, iDEN, IS-136 και τεχνολογία CDMA όπως το IS-95. Το GSM (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητής Επικοινωνίας) είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρότυπο 2G για κινητά. Το 2G πρωτόκυκλοφόρησε εμπορικά στο πρότυπο GSM στη Φινλανδία, το

1991. Η τεχνολογία GSM ήταν η πρώτη που υποστήριξε τη διεθνή περιαγωγή. Αυτό επέτρεψε στους συνδρομητές κινητής τηλεφωνίας να χρησιμοποιούν τις συνδέσεις κινητού τηλεφώνου τους σε διαφορετικές χώρες του κόσμου με καλύτερη ποιότητα και χωρητικότητα.



Εικόνα 1 Δίκτυο Ran [1]

1.3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ 2.5G

Η τεχνολογία GSM εξελίχθηκε για να παρέχει καλύτερες υπηρεσίες που οδήγησαν στην ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων που ονομάζονται συστήματα 2.5 Generation (2.5G). Αναλυτικά το 2.5G βρίσκεται ανάμεσα των

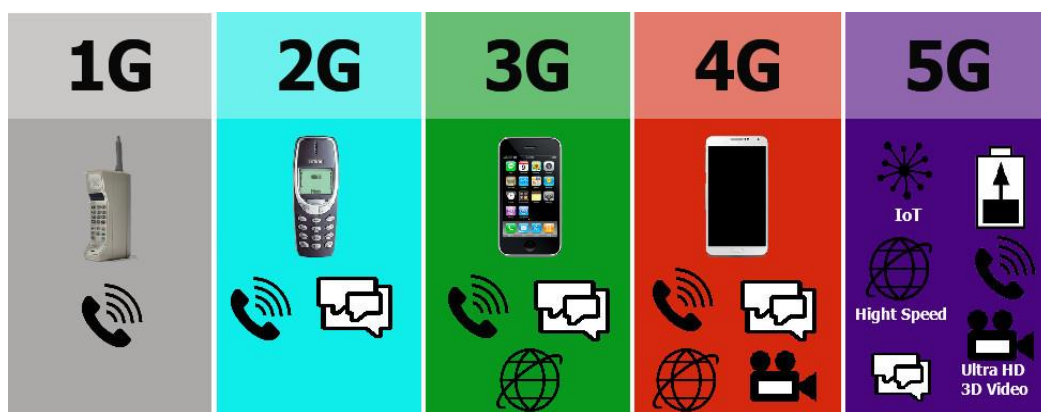
τεχνολογιών 2G και 3G. Εκτός από τον τομέα εναλλαγής κυκλώματος του συστήματος 2G, το 2.5G εφαρμόζει έναν τομέα μεταγωγής πακέτων και παρέχει ρυθμό δεδομένων 144kbps. Χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες 2G, όπως η υπηρεσία γενικού πακέτου ραδιοεπικοινωνιών GPRS και το EDGE (βελτιωμένοι ρυθμοί δεδομένων στο περιβάλλον GSM) .Επιπροσθέτως το GPRS παρέχει πρωτόκολλα εναλλαγής πακέτων, σύντομοτερο χρόνο εγκατάστασης για συνδέσεις ISP και τη δυνατότητα χρέωσης του συνδρομητή σύμφωνα με την ποσότητα των δεδομένων που αποστέλλονται αντί για το χρόνο σύνδεσης. Το GPRS υποστηρίζει ευέλικτους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και παρέχει συνεχή σύνδεση με το δίκτυο. Το GPRS είναι το σημαντικό βήμα προς το 3G.

1.4. ΤΡΙΤΗ ΓΕΝΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 3G

Η τρίτη γενιά των συστημάτων ασύρματης κινητής επικοινωνίας παρουσιάστηκε το 2000. Ο βασικός στόχος των συστημάτων 3G ήταν να προσφέρουν αυξημένα ποσοστά δεδομένων από 144kbps σε 384kbps σε περιοχές ευρείας κάλυψης και 2Mbps σε τοπικές περιοχές κάλυψης. Το δίκτυο 3G προσφέρει προηγμένες υπηρεσίες στους χρήστες σε σύγκριση με 1G και 2G . Μαζί με τη φωνητική επικοινωνία περιλαμβάνει υπηρεσίες δεδομένων, πρόσβαση σε τηλεόραση / βίντεο, περιήγηση στο Web, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τηλεδιάσκεψη, τηλεϊδιοποίηση, φαξ και χάρτες πλοήγησης. Έχει εύρος ζώνης 15-20MHz που χρησιμοποιείται για internet υψηλής ταχύτητας, συνομιλία μέσω βίντεο κ.λπ. Ένα σύστημα κινητής τηλεφωνίας 3G ορίστηκε από έναν οργανισμό που ονομάζεται 3GPP που πληροί τα πρότυπα IMT-2000. Ονομάστηκε UMTS στην Ευρώπη, το οποίο βασίζεται σε ΤΠΔ.Επίσης, το IMT2000 έχει αποδεχτεί ένα νέο πρότυπο 3G από την Κίνα, δηλαδή το TD-SCDMA. Το WCDMA είναι η τεχνολογία διεπαφής αέρα για το UMTS. Το πρώτο εμπορικό δίκτυο 3G κυκλοφόρησε από την NTT Do co mo στην Ιαπωνία, το 2001.

1.5. ΤΕΤΑΡΤΗ ΓΕΝΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 4G

Η τέταρτη γενιά συστημάτων ασύρματης κινητής επικοινωνίας παρουσιάστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 2000 και ήταν όλο το σύστημα δικτύου που βασίζεται σε IP. Ο κύριος στόχος της τεχνολογίας 4G είναι να παρέχει υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας, υψηλής ποιότητας, υψηλής χωρητικότητας, ασφάλειας και χαμηλού κόστους για υπηρεσίες φωνής και δεδομένων, πολυμέσα και Διαδίκτυο μέσω IP. Ο λόγος για τη μετάβαση σε όλες τις IP είναι να υπάρχει μια κοινή πλατφόρμα για όλες οι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί μέχρι τώρα. Έχει τη δυνατότητα 100Mbps και 1Gbps. Για τη χρήση 4G δικτύου κινητής τηλεφωνίας, τα τερματικά χρήστη πολλαπλών τρόπων θα πρέπει να μπορούν να επιλέγουν το ασύρματο σύστημα προορισμού. Επιπλέον για την παροχή ασύρματων υπηρεσιών οποτεδήποτε και οπουδήποτε, η κινητικότητα των τερματικών αποτελεί βασικό παράγοντα στο 4G. Η τερματική κινητικότητα συνεπάγεται αυτόματη περιαγωγή μεταξύ διαφορετικών ασύρματων δικτύων. Η τεχνολογία 4G ενσωματώνει διαφορετικές υπάρχουσες και μελλοντικές ασύρματες τεχνολογίες (π.χ. OFDM, MC-CDMA) για να παρέχει ελευθερία κινήσεων και αδιάλειπτη περιαγωγή από τη μία τεχνολογία στην άλλη. LTE και WiMAX (Wireless Διαλειτουργικότητα για πρόσβαση σε μικροκύματα) θεωρούνται τεχνολογίες 4G. Η πρώτη επιτυχημένη δοκιμή πεδίου για 4G πραγματοποιήθηκε στην Ιαπωνία, το 2005.



Εικόνα 2.Χαρακτηριστικά Δικτύων [2]

1.6. ΠΕΜΠΤΗ ΓΕΝΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 5G

Η πέμπτη γενιά συστημάτων ασύρματης κινητής επικοινωνίας περιλαμβάνει ένα ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας που υποστηρίζεται από LAS-CDMA, OFDM, MC-CDMA, UWB, Network-LMDS, IPv6.5G θα μπορούσε να ονομαστεί ως ο τέλειος πραγματικός ασύρματος κόσμος ή WWW αφού δεν έχει περιορισμούς. Το βασικό πρωτόκολλο για χρήση σε 4G και 5G είναι το IPv6.5G που στοχεύει στην παροχή απεριόριστης πρόσβασης σε πληροφορίες και τη δυνατότητα κοινοποίησης δεδομένων οπουδήποτε, οποτεδήποτε από οποιονδήποτε προς όφελος του κόσμου. Οι τεχνολογίες 5G καλύπτουν όλες τις προηγμένες δυνατότητες που καθιστούν τη 5G κινητή τεχνολογία πιο ισχυρή και θα έχει τεράστια ζήτηση στο μέλλον. Η πέμπτη γενιά 5G βασίζεται σε όλα τα IP για διαλειτουργικότητα κινητού και ασύρματου δικτύου. Οι δραστηριότητες τυποποίησης για το 5G είχαν ξεκινήσει ήδη από το 2015 και ενδέχεται να οδηγήσουν σε εμπορική διαθεσιμότητα γύρω στο 2019.



Εικόνα 3. Υπηρεσίες 5G [3]

1.7.ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΧΑΡΙΚΤΙΣΤΙΚΑ ΚΑΘΕ ΓΕΝΙΑΣ

ΓΕΝΙΑ	1G	2G	3G	4G	5G
ΕΤΟΣ	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2010s	2015 onwards
ΤΑΧΥΤΗΤΑ	2.4Kbps	64Kbps	2Mbps	200Mbps to 1Gbps	1Gbps and Higher
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	Analog Cellular	Digital Cellular	Broadband CDMA, IP	Unified IP & seamless combination of broadband LAN, WAN, WLAN, PAN	4G+WWWW
ΠΡΟΤΥΠΟ	AMPS	GSM,PDC,IS-95,IS-136,EDGE,GPRS	CDMA 2000, UMTS,TD-SCDMA,WCDMA	LTE, WiMAX	LAS-CDMA, OFDM, MC-CDMA, UWB, Network-LMD S, IPv6
MULTIPLEXING	FDMA	TDMA,CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
SWITCHING	Circuit	Circuit & Packet	Packet except circuit for air interface	Packet	Packet
ΒΑΣΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	PSTN	PSTN and Packet network	Packet Network	Internet	Internet
HANDOFF	Horizontal	Horizontal	Horizontal & Vertical	Horizontal & Vertical	Horizontal & Vertical
ΥΠΗΡΕΣΙΑ	Voice only	Digital voice and short messaging, packetized data	Integrated high quality audio, video and data	Dynamic information access, wearable devices	Dynamic information access, wearable devices with AI capabilities

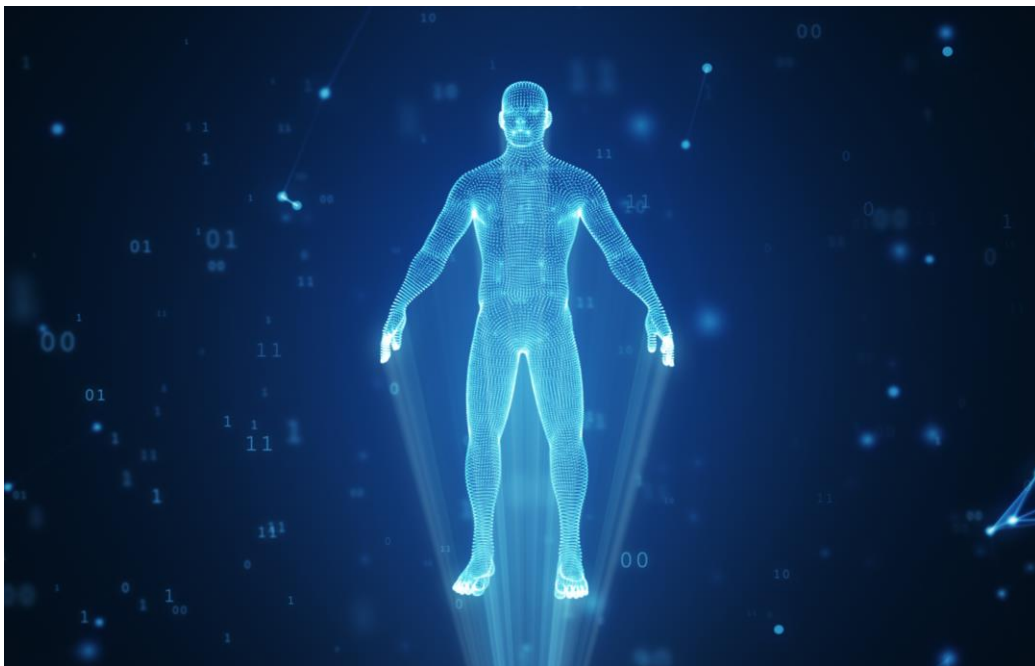
Εικόνα 4. Συνολικά Χαρακτηριστικά[4]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 6G

2.1. ΝΕΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ-ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΕΣΩ 6G

Η έκτη γενιά συστημάτων ασύρματης κινητής επικοινωνίας αναμένονται να εμφανιστούν την ερχόμενη 10ετία. Θεωρείται ότι θα παρέχει στους χρήστες μια πληθώρα νέων λειτουργιών και υπηρεσιών [11].

Συγκεκριμένα θα δίνεται η δυνατότητα **ολογραφικής επικοινωνίας** των χρηστών, εισάγοντας έναν εντελώς πρωτοποριακό τροπο επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων θα καταστεί άνευ αντικειμένου. Καθώς θα προκύψουν νέες μορφές αλληλεπίδρασης που οδηγούν σε απραγματική βύθιση σε ένα μακρινό περιβάλλον. Αναμένεται να ενσωματωθούν οι πέντε διαστάσεις 5D ,επικοινωνίες και υπηρεσίες, καθώς και όλες οι πληροφορίες για την ανθρώπινη αίσθηση (όραση, ακοή, αφή, μυρωδιά και γεύση). Οι ολογραφικές επικοινωνίες, θα χρησιμοποιούν κάμερες πολλαπλών προβολών, θα απαιτούν ποσοστά δεδομένων Tbps , τα οποία δεν υποστηρίζονται από το 5G.



Εικόνα 5.Ολόγραμμα [5]

Επιπλέον οι συσκευές 6G θα είναι **κατασκευές υψηλής ακρίβειας**, με βασικό στόχο να είναι η μείωση της ανάγκης για ανθρώπινη παρέμβαση σε βιομηχανικές διαδικασίες. Αυτό θα επιτευχθεί με τη χρήση αυτόματων συστημάτων ελέγχου και επικοινωνίας τεχνολογίες. Με αριθμητικούς όρους, όταν εφαρμόζεται στην κατασκευή υψηλής ακρίβειας, αυτό μεταφράζεται σε πολύ υψηλή αξιοπιστία και εξαιρετικά χαμηλό λανθάνοντα χρόνο, από 0.1 έως 1 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms) χρόνος μετ' επιστροφής. Επιπλέον, απαιτούνται δίκτυα βιομηχανικού ελέγχου μεταφορά δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ισχυρός ντετερμινισμός, ο οποίος μεταφράζεται σε πολύ χαμηλή καθυστέρηση, σε κλίμακα 1 δευτερολέπτου.

Ο τελευταίος πυλώνας εξέλιξης θα είναι η **βιώσιμη ανάπτυξη και τα έξυπνα περιβάλλοντα**. [13][13] 6G-Flagship Challenges for 6G Οι τεχνολογίες ICT ενσωματωμένες ασύρματες, οι επικοινωνίες, το cloud computing και το IoT αναμένεται να παίξουν βασικό ρόλο για την προώθηση της παγκόσμιας βιωσιμότητας και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής. Οι ICT μπορούν να συμβάλουν σημαντικά να βελτιωθεί η γειονομική περίθαλψη, να επιτρέψει την ανάπτυξη έξυπνων πόλεων, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού έξυπνων συστημάτων μεταφοράς και διανομής ενέργειας. Επίτευξη ορισμένων από αυτούς τους στόχους απαιτεί μια διάχυτη αίσθηση και ένα κατανομημένο σύστημα αποφάσεων και ενεργοποίησης. Ακόμη το 6G θα παρέχει μια σημαντική συμβολή στηριζόμενη σε πλατφόρμες επικοινωνίας 3D που μπορούν να φέρουν διανεμημένες λειτουργίες νέφους, π.χ. κατανομημένοι μηχανισμοί λήψης αποφάσεων, κατ' απαίτηση, πότε και πού απαιτείται. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως η αυτόνομη οδήγηση, είναι απαραίτητοι οι αξιόπιστοι μηχανισμοί ασφαλείας πρόληψη ατυχημάτων. Αυτό θα απαιτήσει πολύ απαιτητικά επίπεδα αξιοπιστίας επικοινωνίας και χαμηλή καθυστέρηση από άκρο σε άκρο (κάτω από 1 ms). Επιπλέον, μέσω του 6G δικτύου θα μπορούν να τροποποιηθεί ο τρόπος χρήσης των μέσων μεταφοράς με κύριο στόχο την αποφυγή ατυχημάτων και βελτιστοποίηση των χρόνων των διαδρομών. Αυτό απαιτεί συνδέσμους υψηλών ποσοστών δεδομένων μεταξύ οχημάτων και μεταξύ οχημάτων και οδικών μονάδων. Αντίστοιχα μια βιώσιμη

ανάπτυξη πρέπει φυσικά να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στην κατανάλωση ενέργειας. Ως εκ τούτου, το 6G θα πρέπει να αναπτύξει πραγματικά αποτελεσματικές ενεργειακά αποδοτικές στρατηγικές επικοινωνίας. Το όραμα είναι για την επίτευξη, όπου είναι δυνατόν, επικοινωνιών χωρίς μπαταρία, με στόχο την αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας στην τάξη του $1 \text{ pJ} / \text{bit}$.

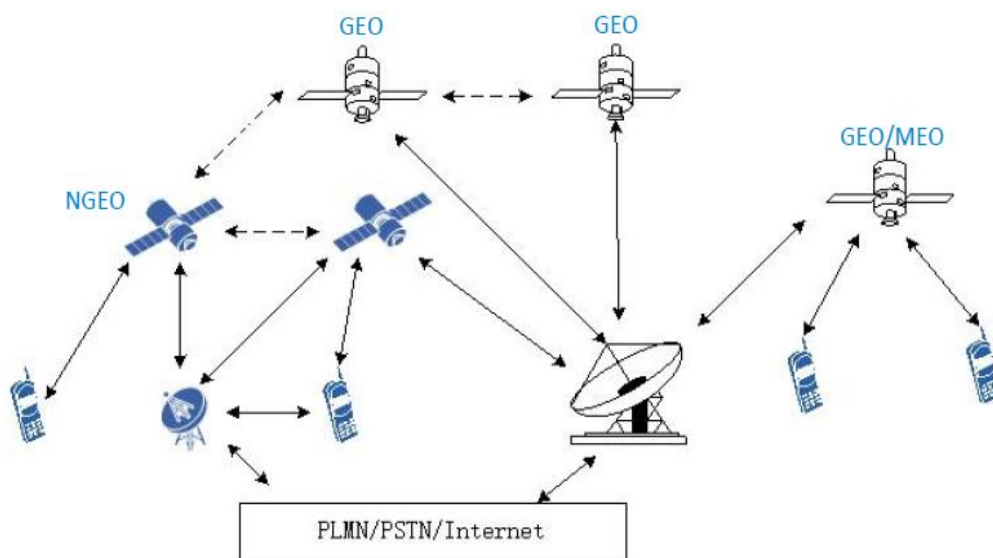
Μια ακόμη βασική καινοτομία πίσω από τα συστήματα 6G είναι η **επικείμενη ανάπτυξη CRAS**. Συγκεκριμένα αναφερόμαστε στη συνδεδεμένη ρομποτική και τα αυτόνομα συστήματα συμπεριλαμβανομένων συστημάτων παράδοσης drone, αυτόνομα αυτοκίνητα, αυτόνομα drone, και αυτόνομη ρομποτική. Η εισαγωγή του CRAS πάνω από τον κυψελοειδή τομέα δεν είναι μια απλή περίπτωση «ακόμη μια άλλη σύντομη πακέτο uplink υπηρεσία IoE». Αντ' αυτού, ο έλεγχος εντολής CRAS απαιτεί καθυστέρηση που βασίζονται στο σύστημα, καθώς και το δυναμικό ανάγκη για μεταδόσεις eMBB χαρτών υψηλής ευκρίνειας (HD). Η έννοια του QoPE ισχύει και πάλι για το CRAS, ωστόσο το φυσικό περιβάλλον είναι πλέον ένα σύστημα ελέγχου, δυνητικά αυξημένο με ΑΙ. Το CRAS είναι ίσως μια εξαιρετική περίπτωση χρήσης που απαιτεί αυστηρές απαιτήσεις σε ολόκληρη την ταχύτητα και την αξιοπιστία υπόλοιπο που δεν είναι ακόμη διαθέσιμο σε 5G.

Επιπροσέτως θεωρείται ότι θα υπάρξει **εισαγωγή της τεχνητής νοημοσύνης** στο δίκτυο. Πιο αναλυτικά κατανεμημένοι αλγόριθμοι AI, που πιθανώς εκτελούνται υπό περιορισμούς καθυστέρησης, αναμένεται να διαδραματίσουν βασικό ρόλο σε διάφορες πτυχές όπως για παράδειγμα στην αυτο-βελτιστοποίηση της κατανομής πόρων δικτύου. Ενδεχομένως υιοθετώντας προληπτικές στρατηγικές που βασίζονται στην εκμάθηση και την πρόβλεψη δικτύου, όπως η ανάπτυξη έξυπνων κινητών εφαρμογών, με λειτουργία είτε απευθείας στις κινητές συσκευές είτε εξ αποστάσεως μέσω υπολογιστικών μηχανισμών εκφόρτωσης, που μαθαίνουν από τη συμπεριφορά των χρηστών και ενεργούν ως εικονικός βοηθός με γνώμονα το περιβάλλον. Ακόμα η ανάπτυξη αλγορίθμων σημασιολογικών συμπερασμάτων και στρατηγικών σημασιολογικής επικοινωνίας για ενσωμάτωση αναπαράστασης γνώσης στις στρατηγικές επικοινωνίας. Αυτό θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για μια αποτελεσματική ανάπτυξη ολογραφικών επικοινωνιών. Ο ρόλος της AI στο 6G θα αναλυθεί εξονυχιστικά παρακάτω.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως στην ολογραφική επικοινωνία θα υπάρχει **3D κάλυψη**. Ο σχεδιασμός μιας υποδομής τριδυστατης επικοινωνίας που περιλαμβάνει επίγεια και τα εναέρια σημεία πρόσβασης στο ραδιόφωνο και οι φορητοί κεντρικοί υπολογιστές καθιστούν δυνατή τη δημιουργία λειτουργιών cloud κατ' απαίτηση, όπου και πότε χρειάζεται. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την κοινή προσέγγιση που βασίζεται σε ένα σταθερό σε υποδομή δίκτυο, αυτή η στρατηγική είναι πολύ πιο οικονομικά αποδοτική όταν τα αιτήματα είναι πολλά και ποικίλλον μεταξύ χώρου και χρόνου. Η ιδέα είναι να διαχειριστείτε μια πληθώρα εναέριων πλατφορμών,

συμπεριλαμβανομένων των μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων (UAV), του σταθμού πλατφόρμας μεγάλου υψομέτρου (HAPS) περίπου 20 χιλιόμετρα υψόμετρου και αστερισμοί δορυφόρων πολύ χαμηλής γήινης τροχιάς (LEO),

που πετούν σε υψόμετρα κατά σειρά εκατοντάδων χιλιομέτρων, προκειμένου να υποβαθμιστούν οι λειτουργίες του cloud ελεγχόμενοι περιορισμοί καθυστέρησης.



Εικόνα 7. Δορυφόροι-Δημόσιο δίκτυο κινητής τηλεφωνίας [7]

Είναι κατανοητό ότι θα χρειαστεί η δημιουργία ενός νέου φυσικού στρώματος που περιλαμβάνει sub-THz και VLC. Η ζώνη συχνοτήτων Terahertz κυμαίνεται από 0,1 έως 10 THz, που είναι το τελευταίο εύρος του ραδιοφάσματος και θεωρείται γενικά ως κενό Terahertz. Η ζώνη Terahertz προβλέπεται να μπορεί να παρέχει ταχύτητα δεδομένων έως Tbps για ικανοποίηση εξαιρετικά υψηλής απόδοσης, χαμηλού λανθάνοντος χρόνου και εντελώς νέων σεναρίων εφαρμογών για 6G . Το πρώτο έργο στο IEEE 802 με ταχύτητα 100 Gbps, το IEEE 802.15d, εγκρίθηκε τον Μάρτιο του 2014, αν και δεν υπάρχει εμπορικό σχέδιο βάσει αυτού του προτύπου. Τα μοναδικά χαρακτηριστικά του εύρους terahertz, όπως η υψηλή απώλεια διαδρομής, η σκέδαση, ο προβληματισμός και ούτω καθεξής, θέτουν πολλές νέες προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν πριν από την επίτευξη των

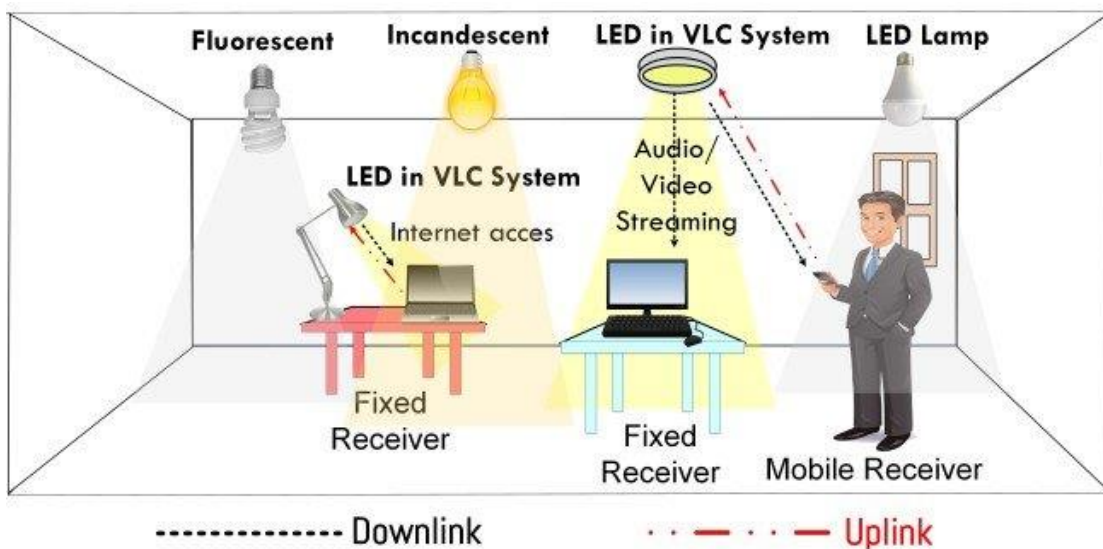
συνδέσεων Tbps .Πιο αναλυτικά τα κύρια χαρακτηριστικά της ζώνης terahertz είναι τα εξής,τεράστια εύρη ζώνης (> 50 GHz) διαθέσιμα σε συχνότητες THz. Δεύτερον η σοβαρή απώλεια διαδρομής ακόμη και για διάδοση ελεύθερου χώρου, π.χ. 100 dB στα 300 GHz σε απόσταση 10m.Τρίτον η υπερβολική εξασθένηση λόγω συντονισμού μορίων στον αέρα,ωστόσο, υπάρχουν αρκετά ατμοσφαιρικά παράθυρα, π.χ. 140, 220, 340GHz όπου η εξασθένηση λόγω συντονισμού μορίων είναι μόνο περίπου 2 dB / km, τα οποία θεωρούνται αμελητέα σε σύγκριση με την εξασθένηση του ελεύθερου χώρου. Πρέπει να σημειωθεί, όταν η συχνότητα υπερβαίνει το 1 THz, το ραδιοκύμα

υφίσταται σημαντική απορρόφηση από υδρατμούς και μόρια οξυγόνου στην ατμόσφαιρα και μπορεί να εξασθενήσει δέκα φορές σε απόσταση διάδοσης 1 m .Τέταρτον ευαισθησία σε σκιές και μπλοκάρισμα λόγω της ήπιας επίδρασης περίθλασης σε τόσο μικρό μήκος κύματος. Για παράδειγμα, η εξασθένηση σήματος τούβλου είναι τόσο υψηλή όσο 40 80 dB και το ανθρώπινο σώμα μπορεί να προκαλέσει εξασθένηση σήματος 20 35 dB. Αντίστοιχα η λιγότερη ευαισθησία στην υγρασία / βροχόπτωση, π.χ., η εξασθένηση γίνεται σχετικά επίπεδη πάνω από 100 GHz,εξαιρετικά γρήγορη διακύμανση καναλιών και διαλείπουσα σύνδεση, π.χ. ο χρόνος συνοχής της ζώνης terahertz είναι πολύ μικρός και η συχνότητα Doppler είναι πολύ μεγάλη. ευρεία χρήση κεραιών υψηλής κατεύθυνσης (~ 25 dBi).Ακολουθώς υψηλή στιγμιαία επεξεργαστική ισχύς. Αυτό παραπέμπει σε μια σημαντική πρόκληση στη χρήση πολύ μεγάλων κεραιών είναι η κατανάλωση ισχύος της μετατροπής ευρυζωνικού συστήματος terahertz (A / D). Η κατανάλωση ισχύος είναι γενικά ανάλογη του ρυθμού δειγματοληψίας και αυξάνεται εκθετικά με τον αριθμό δειγματοληψίας ανά bit.

Επιπροσθέτως **η οπτική ασύρματη επικοινωνία OWC**, η οποία περιλαμβάνει υπέρυθρες, ορατές και υπεριώδεις ζώνες, είναι μια πιθανή συμπληρωματική τεχνολογία για την υπάρχουσα επικοινωνία ραδιοσυχνοτήτων . Μπορεί να μετριάσει αποτελεσματικά την τρέχουσα ένταση ζώνης ραδιοσυχνοτήτων,μεταξύ αυτών, το η ορατή ζώνη είναι η πιο σημαντική μάλιστα των OWC.Το σύστημα OWC στην ορατή ζώνη (390-700 νανόμετρα)

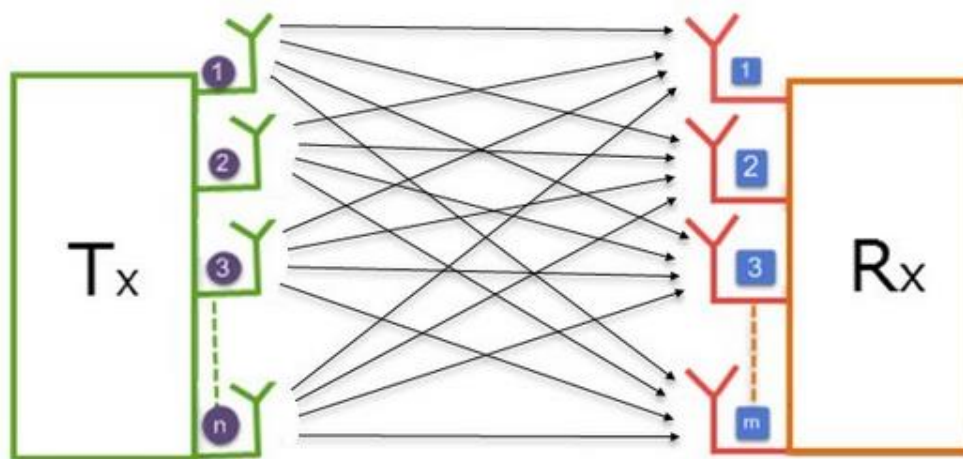
ονομάζεται συνήθως επικοινωνίες ορατού φωτός VLC, η οποία αξιοποιεί πλήρως τα πλεονεκτήματα των διόδων εκπομπής ορατού φωτός LED για την επίτευξη διπλών σκοπών φωτισμού και υψηλής ταχύτητας επικοινωνίας δεδομένων. Σε σύγκριση με το ραδιοεπικοινωνία, το VLC έχει πολλά ελκυστικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, ορατή επικοινωνία η τεχνολογία μπορεί να παρέχει μεγάλο αριθμό πιθανώς διαθέσιμου φάσματος και η χρήση του φάσματος είναι απεριόριστη, χωρίς την έγκριση των ρυθμιστών φάσματος. Δεύτερον, μέσω του ορατού φωτός η επικοινωνία δεν παράγει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ούτε είναι ευαίσθητη σε εξωτερική ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως σε ειδικές περιπτώσεις, όπως νοσοκομεία, αεροσκάφη, τα οποία είναι ευαίσθητα σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Τρίτον, η ασφάλεια του δικτύου ορατού φωτός επικοινωνίας είναι υψηλότερη. Το μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιείται σε αυτήν την τεχνολογία είναι ορατό φως, το οποίο δεν μπορεί να διεισδύσει στον τοίχο και άλλες οπές, και η μετάδοση περιορίζεται στο οπτικό εύρος του χρήστη. Αυτό σημαίνει ότι η μετάδοση πληροφοριών δικτύου περιορίζεται σε ένα κτίριο, το οποίο αποτρέπει αποτελεσματικά την κακόβουλη παρακολούθηση πληροφοριών μετάδοσης από έξω και εξασφαλίζει την ασφάλεια των πληροφοριών. Αντίστοιχα η τεχνολογία επικοινωνίας ορατού φωτός υποστηρίζει την ταχεία κατασκευή ασύρματων δικτύων, τα οποία μπορούν να διευκολύνουν την δημιουργία προσωρινών δικτύων και συνδέσμων επικοινωνίας και μείωση του κόστους του δικτύου. Η τεχνολογία επικοινωνίας εσωτερικού ορατού φωτός μπορεί να χρησιμοποιήσει την εσωτερική πηγή φωτισμού ως σταθμό βάσης, σε συνδυασμό με άλλη ασύρματη / ενσύρματη τεχνολογία επικοινωνίας, να παρέχει στους χρήστες βολικές υπηρεσίες ασύρματης επικοινωνίας εσωτερικού χώρου. Τα τυπικά σενάρια εφαρμογής του OWC περιλαμβάνουν, οπτικά hotspots για επικοινωνία μικρής απόστασης, επικοινωνία με λέιζερ μεταξύ δορυφόρων και υποβρύχιων. Η τεχνολογία OWC από αυτά τα τυπικά σενάρια εφαρμογών αξίζει περαιτέρω μελέτη και στοχευμένη βελτιστοποίηση.

Ένα ακόμα στοιχείο του κατασκευαστικού κομματιού των δικτύων 6G αφορά τους **κατανεμημένους μηχανισμούς ασφαλείας**[12]. Το όραμα που ορίζεται μέχρι στιγμής προβλέπει μια τεράστια ανταλλαγή δεδομένων για να επιτρέπεται η διάχυτη χρήση τεχνικών AI. Είναι σαφές ότι αυτό αποτελεί μια πρόκληση για πολλούς τομείς όπως όροι ασφάλειας, απορρήτου και εμπιστοσύνης, οι οποίοι πρέπει να αντιμετωπιστούν σωστά από τα δίκτυα 6G. Θα ήταν χρήσιμο να εφαρμοστούν καινοτόμες κρυπτογραφικές τεχνικές για την αποτελεσματική συγχώνευση της τεχνητής νοημοσύνης και του απορρήτου. Από την άλλη πλευρά τα υπάρχοντα σχήματα δεν είναι πρακτικά αλλά λόγω υψηλών τιμών πολυπλοκότητας υπολογισμού, αλλά μπορούμε να περιμένουμε ότι, σε μια δεκαετία περίπου από τώρα, η πολυπλοκότητα το ζήτημα θα μπορούσε να μετριαστεί. Επιπρόσθετα ο αποκεντρωμένος έλεγχος ταυτότητας είναι ένα άλλο βασικό ζήτημα, ειδικά για το IoT σενάριο. Αναμένονται κατανεμημένες τεχνολογίες καθολικών, αξιοποιώντας μηχανισμούς τύπου blockchain που θα παίζει βασικό ρόλο για κατανεμημένο έλεγχο ταυτότητας.



Εικόνα 8. Smart home [8]

Μία από τις βασικές απαιτήσεις 6G, μπορεί να επιτευχθεί αξιοποιώντας τα συνδυασμένα οφέλη ενός υψηλού χωρικού πολυπλεξικού κέρδους από το τεράστιο MIMO και το υψηλό εύρος ζώνης της ζώνης THz [10]. Ωστόσο, ένας μεγάλος αριθμός αλυσίδων ραδιοσυχνοτήτων που λειτουργούν σε ζώνες υψηλής συχνότητας θα οδηγήσουν σε υπερβολική πολυπλοκότητα της επεξεργασίας σήματος, εξαιρετικά υψηλή κατανάλωση ισχύος και απαγορευτικό κόστος υλικού. Η μεγάλη έξυπνη επιφάνεια LIS είναι μια πολλά υποσχόμενη ενεργειακά αποδοτική και οικονομικά αποδοτική λύση για την αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων. Προβλέπεται ότι ένα αρχικό άλμα από το **παραδοσιακό τεράστιο MIMO προς τα LIS μπορεί να παρέχει έξυπνα περιβάλλοντα ραδιοσυχνοτήτων** υποβοηθούμενα από το LIS και να δημιουργήσει ένα εντελώς νέο πρότυπο δικτύου για δίκτυα 6G. Αναλυτικά όπως έχει ήδη γίνει γνωστό ότι θα χρησιμοποιηθεί μια τεχνητή επιφάνεια από ηλεκτρομαγνητικά υλικά που μπορούν να αλλάξουν τη διάδοση εισερχόμενων και εξερχόμενων ραδιοκυμάτων LIS. Διαφέρει σημαντικά από άλλες παραδοσιακές τεχνολογίες όπως το τεράστιο MIMO και το ρελέ ενίσχυσης και προώθησης. Το LIS μπορεί να θεωρηθεί ως μια επέκταση του μαζικού MIMO, αλλά επεκτείνεται πέρα από την παραδοσιακή ιδέα της κεραίας. Τα LIS διαφέρουν από το τεράστιο MIMO λόγω των διαφορετικών αρχιτεκτονικών συστοιχιών (παθητικών έναντι ενεργών) και μηχανισμών λειτουργίας (αντανεκλώντας έναντι μετάδοσης). Τα LIS μπορούν να επιτύχουν άνευ προηγουμένου τεράστια κέρδη MIMO ενώ καταναλώνουν πολύ χαμηλή ενέργεια λόγω της παθητικής φύσης των στοιχείων. Αν και τα LIS μοιάζουν με τα κλασικά ρελέ, υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ τους. Τα ρελέ είναι κατασκευασμένα από ενεργά στοιχεία (π.χ. ενισχυτές ισχύος), τα οποία μειώνουν τον επιτεύξιμο ρυθμό ζεύξης εάν λειτουργούν σε λειτουργία μισής αμφίδρομης λειτουργίας ή υπόκεινται σε σοβαρή αυτοπαρεμβολή εάν λειτουργούν σε λειτουργία πλήρους διπλής όψης. Από την άλλη πλευρά, τα LIS που λειτουργούν ως αναδιαμορφώσιμα ανακλαστήρες με παθητικά στοιχεία έχουν το πλεονέκτημα της χαμηλής κατανάλωσης ισχύος, καθώς αντανεκλά παθητικά μόνο τα σήματα χωρίς να απαιτούν ενεργές αλυσίδες RF.



Εικόνα 9.Βασική Δομή MIMO [9]

Επιπλέον, δεν επηρεάζονται από την αυτοπαρεμβολή και τα εφέ ενίσχυσης θορύβου, τα οποία είναι τα δύο πιο σημαντικά μειονεκτήματα του ρελέ. Επιπλέον, οι παθητικοί ανακλαστήρες, ως βασικά συστατικά των LIS, έχουν χρησιμοποιηθεί σε συστήματα ραντάρ. Ωστόσο, στα συστήματα ραντάρ η μετατόπιση φάσης των παθητικών στοιχείων δεν μπορεί να αλλάξει μετά την κατασκευή τους, γεγονός που τους καθιστά δύσκολο να χρησιμοποιηθούν για τα ασύρματα κανάλια που συχνά διαφέρουν χρονικά. Στην πραγματικότητα, για το 6G, καθένας από τους παθητικούς ανακλαστήρες της LIS μπορεί ανεξάρτητα να συντονίσει τη μετατόπιση φάσης του συμβάντος σήματος σε αυτό, δημιουργώντας έτσι ένα ευνοϊκό κανάλι ασύρματης μετάδοσης με σωστό συντονισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΜΠΕΡΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι το 6G βασίζεται σε τέσσερις τεχνολογικούς άξονες, οι οποίοι θα το κάνουν να διαφέρει από το 5G. Από την άλλη πλευρά οι τεχνικές απαιτήσεις και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η υλοποίηση του οράματος 6G αναλύονται, συμπεριλαμβανομένης της μέγιστης απόδοσης, της υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης, της σύνδεσης ανά πάσα στιγμή και οπουδήποτε, σε συνδυασμό ακόμα με κάποιους μη τεχνικούς παράγοντες. Έτσι, οι τεχνολογίες του 6G ταξινομούνται σε νέα τεχνολογία επικοινωνίας φάσματος, συμπεριλαμβανομένης της επικοινωνίας terahertz και της ορατής οπτικής επικοινωνίας, θεμελιώδες τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης της αραιής θεωρίας (συμπιεσμένη αντίχνευση), κωδικοποίηση νέου καναλιού, εξαιρετικά μεγάλης κλίμακας κεραία, ευέλικτη χρήση φάσματος και ασύρματη επικοινωνία που βασίζεται σε AI, ειδική τεχνολογία χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της ολοκληρωμένης επικοινωνίας διαστήματος-αέρα-εδάφους-θάλασσας και ασύρματη αφής δίκτυο. Το όραμα 6G είναι συναρπαστικό και οι βασικές υποψήφιες τεχνολογίες του 6G είναι γεμάτες προκλήσεις. Το δίκτυο 6G θα παρέχει τελικά ρυθμό terabit ανά δευτερόλεπτο, υποστηρίζοντας κατά μέσο όρο 1000+ ασύρματοι κόμβοι ανά άτομο σε 10 χρόνια (2030 ~) και θα παρέχουν άμεση ολογραφική συνδεσιμότητα. Προσφέροντας ταχύτητες που σήμερα φαντάζουν πλασματικές. Παρόλα αυτά συχνά η επιστήμη στην προσπάθεια της να επιλύσει τα εμπόδια και τα σφάλματα με τα οποία έρχεται αντιμέτωπη ανακαλύπτει νέες μεθόδους και υπηρεσίες πιο αποδοτικές από τις προβλεπόμενες.

Συντεπώς το μόνο που απομένει είναι να δούμε αν θα μας διαψεύσει κάποια καινοτόμα εφεύρεση η οποία θα αλλάξει τα δεδομένα στο υπάρχον τεχνολογικό στερέωμα και κατεπέκταση στις προβλέψεις που έχουμε, για το δίκτυο 6G.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

URLs-Αναφορές

[1] https://www.researchgate.net/figure/Architecture-of-2G-3G-mobile-networks_fig1_228541052 ,

[2] <https://www.meee-services.com/what-are-1g-2g-3g-4g-and-5g-technologies-and-what-are-their-differences/>

[3] <https://sdip.gr/5g/> ,

[4] , [X 1]An Overview on Evolution of Mobile Wireless Communication Networks: 1G-6G Ms. Anju Uttam Gawas Lecturer, Dept. of Electronics and Telecommunications, Maratha Mandir's Babasaheb Gawde Institute of Technology, Mumbai, India *anju.gawas89@gmail.com*

[5] <https://www.docwirenews.com/docwire-pick/future-of-medicine-picks/use-of-holograms-in-medical-training/>,

[6] <https://medium.com/@inmediatesg/common-applications-of-artificial-intelligence-in-the-insurance-industry-657deaa6ce45> ,

[7] 6G Mobile Communication Network: Vision, Challenges and Key Technologies

Yajun ZHAO^{1*}, Guanghui YU², Hanqing XU¹

1. *Algorithm Dept., Wireless Product R&D Institute, ZTE Corporation, Beijing 100029, China;*

2. *Algorithm Dept., Wireless Product R&D Institute, ZTE Corporation, Shenzhen 518055, China.*

[8] https://www.researchgate.net/figure/An-Indoor-environment-which-is-consist-of-VLC-system-general-LED-lamp-fluorescent-and_fig1_313999365 ,

<https://techxplore.com/news/2019-07-alibaba-reveals-processor-based-risc-v.html> ,

[9]<https://www.everythingrf.com/community/what-is-mimo-technology>

[10] Potential Key Technologies for 6G Mobile Communications

Yifei YUAN 1, Yajun ZHAO1*, Baiqing ZONG2, Sergio PAROLARI3

1ZTE Corporation, Beijing 100029, China;

2ZTE Corporation, Shanghai 201203, China;

3ZTE Corporation, Milan, Italia.

[11]6G: The Next Frontier

Emilio Calvanese Strinati, Member, IEEE, Sergio Barbarossa, Fellow, IEEE,

José Luis Gonzalez-Jimenez, Member, IEEE, Dimitri Kténas, Member, IEEE,

Nicolas Cassiau, Member, IEEE, Luc Maret, Member, IEEE,

Cédric Dehos, Member, IEEE,

[12]The Roadmap to 6G:AI Empowered Wireless Networks

**Khaled B. Letaief, Wei Chen, Yuanming Shi, Jun Zhang, and
Ying-Jun AngelaZhang**

[13]6G-Flagship Challenges for 6G

Prof.MattiLatva