**ΘΕΜΑΤΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

<http://www.mfol.ece.ntua.gr>

[www.icbnet.ntua.gr](http://www.icbnet.ntua.gr)

Δήμητρα Ι. Κακλαμάνη, Καθηγήτρια Οκτώβριος 2019

# **(γρ. 21.25, κτ. Ηλ/γων, τηλ. 210 7722277,** [**dkaklam@mail.ntua.gr**](mailto:dkaklam@mail.ntua.gr) **)**

1. ***Σχεδίαση massive MIMO κεραίας φιλικής προς τον τελικό χρήστη για 5G εφαρμογές.***

Οι κεραίες πολλαπλών κεραιοστοιχείων μεγάλης κλίμακας (massive MIMO) αποτελούν μία από τις βασικές τεχνολογίες των 5G δικτύων. Οι ενσωμάτωση πολλών κεραιοστοιχείων τόσο στον σταθμό βάσης (τάξεως μερικών εκατοντάδων), όσο και στο κινητό τερματικό (τάξεως δεκάδας) αφενός προσδίδει στο δίκτυο νέες δυνατότητες και βελτιώνει υφιστάμενες, αφετέρου προτάσει και αρκετές προκλήσεις.

Για παράδειγμα, η ανάπτυξη πολλαπλών κεραιοστοιχείων μεγάλης κλίμακας εκατέρωθεν του ραδιοδιαύλου έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψη του ασυσχέτιστου θορύβου (uncorrelated noise) και των διαλείψεων μικρής κλίμακας (small-scale fading), τη βελτίωση της φασματικής (multiplexing gain, array gain) και ενεργειακής απόδοσης (beamforming on mobile subscribers and/or user equipment), την αύξηση αξιοπιστίας (large diversity gain), την εξομάλυνση παρεμβολών (subcarriers orthogonality, extremely narrow beamforming), την χρήση απλών τεχνικών χρονοδρομολόγησης (simple scheduling schemes), τη μείωση του λανθάνοντα χρόνου (latency), την αύξηση της χωρητικότητας του καναλιού, την απεξάρτηση του πλήθους των εξυπηρετούμενων χρηστών/συνδρομητών από το μέγεθος της κυψέλης, κ.τ.λ..

Από την άλλη, κάποιες από τις σημαντικότερες προκλήσεις που χρήζουν αντιμετώπισης είναι οι προσανατολισμένη παρεμβολή λόγω μη-ορθογωνιότητας των ακολουθιών εκπαίδευσης (pilot contamination), η υψηλή πολυπλοκότητα της επεξεργασίας σήματος (πολλαπλά κεραιοστοιχεία, πολλαπλοί χρήστες/συνδρομητές) σε υλισμικό και υπολογιστικό επίπεδο, η ευαισθησία ευθυγράμμισης δέσμης, καθώς και η περαιτέρω διερεύνηση και χρήση FDD αλγόριθμων διόρθωσης για την επίτευξη αμοιβαιότητας καναλιού (channel reciprocity). Σημειώνεται, επίσης, ότι εξίσου σημαντική είναι και η ανάγκη εξομάλυνσης της αμοιβαίας σύζευξης των κεραιοστοιχείων, καθώς και της έκθεσης του ανθρώπου στις Η/Μ ακτινοβολίες αυτών των κεραιών.

Λαμβάνοντας υπόψη το τελευταίο, αυτή η διπλωματική εργασία βασίζεται σε δύο πυλώνες. Αρχικά, στη μελέτη, επίτευξη και βελτίωση της απομόνωσης των κεραιοστοιχείων στο τερματικό του χρήστη/συνδρομητή, όπου το φαινόμενο της αμοιβαίας σύζευξης των στοιχείων καθίσταται εντονότερο. Ο περιορισμός διαθέσιμου χώρου και το πολύ χαμηλό προφίλ των σύγχρονων κινητών συσκευών δεν αφήνει περιθώρια να αναπτυχθούν κεραιοστοιχεία μεγάλης κλίμακας με ικανοποιητική χωρική απομόνωση. Ο δεύτερος πυλώνας της διπλωματικής εργασίας αφορά τη βελτίωση των επιπέδων έκθεσης του χρήστη σε Η/Μ ακτινοβολίες massive ΜΙΜΟ της συσκευής του/της.

Επομένως, σε πρώτη φάση ο σπουδαστής καλείται να μοντελοποιήσει κεραία πολλαπλών θυρών που θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις 5G εφαρμοργών και να αξιολογήσει τη συμπεριφορά της. Στη συνέχεια, αφού μελετηθεί η βιβλιογραφία που αφορά σε τεχνικές μείωσης της αμοιβαίας σύζευξης των κεραιοστοιχείων, θα ενσωματωθεί η καταλληλότερη στην αρχιτεκτονική της υφιστάμενης κεραίας και θα εκτιμηθεί η επίδρασή της στην συνολική της επίδοση. Η κεραία, τέλος, θα επικαιροποιηθεί και με δομές οι οποίες θα έχουν διττό ρόλο: την επιπλέον βελτίωση της απομόνωσης των θυρών και την εξομάλυνση της Η/Μ ακτινοβολίας που εκπέμπεται προς την πλευρά του χρήστη. Η εργασία θα ολοκληρωθεί με την συνολική αποτίμηση των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από συγκεκριμένο περιβάλλον προσομοίωσης.

Λέξεις Κλειδιά: 5G, massive MIMO, Port Isolation, Human Exposure

Απαραίτητες βασικές γνώσεις Κεραιών, HFSS, Open EMS (open source)

(1 άτομο) (Υπεύθυνη ερευνήτρια: Δρ. Μ. Σεϊμένη)