

## ΕΕ-6051 – Κεραίες και Ασύρματες Ζεύξεις

ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ	
Τμήμα	Ηλεκτρονικής
Τίτλος Μαθήματος	Κεραίες και Ασύρματες Ζεύξεις
Κωδικός Μαθήματος	ΕΕ-6051
Θεωρία / Εργαστήριο	Θεωρία + Εργαστήριο
Εξάμηνο Διδασκαλίας	ΣΤ'
Πιστωτικές μονάδες	6
Ώρες Διδασκαλίας	3Θ+2Ε
Φόρτος Εργασίας	170
Υποχρεωτικό / Επιλογής	Υποχρεωτικό
Υπεύθυνος Μαθήματος	Κ.Ν. Βουδούρης
Διδάσκων	Κ.Ν. Βουδούρης
Επικουρικό Προσωπικό	Χ.Ι. Βασιλείου
Τρόπος Διδασκαλίας	Θεωρητική Διδασκαλία, Εργαστηριακές Ασκήσεις, Εργασίες, Εξετάσεις
Αξιολόγηση	Πρόοδος, Εργασίες, Τελική Εξέταση Τελική εξέταση 50%, Εργαστήριο 50%
Προαπαιτούμενα	
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	
<p><b>Σκοπός</b> Το μάθημα παρουσιάζει την θεωρία των ασύρματων ζεύξεων. Παρουσιάζονται τα βασικά προβλήματα αυτού του τομέα των ασύρματων επικοινωνιών, και εξετάζονται τα διάφορα υποσυστήματα που χρησιμοποιούνται (κεραίες, μίκτες, τοπικοί ταλαντωτές κλπ) και οι βασικότερες εφαρμογές όπως δίκτυα 4<sup>ης</sup> γενιάς, δορυφορικά συστήματα και Ραντάρ. Επιπλέον, οι φοιτητές αναμένεται να αποκτήσουν το απαραίτητο τεχνολογικό υπόβαθρο, ώστε να σχεδιάζουν και αναλύουν διάφορους τύπους κεραιών και γραμμών μεταφοράς, κατανοώντας παράλληλα όλους τους φυσικούς μηχανισμούς διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στους διάφορους χώρους.</p>	
<p>Μαθησιακά Αποτελέσματα</p> <p>Έχοντας ολοκληρώσει επιτυχώς το μάθημα «Κεραίες και Ασύρματες Ζεύξεις» οι φοιτητές θα είναι σε θέση να:</p>	

- κατανοούν τη λειτουργία μια κεραίας,
- υπολογίζουν, βασικές παραμέτρους όπως την αντίσταση εισόδου και το διάγραμμα ακτινοβολίας μιας κεραίας,
- σχεδιάζουν και αναλύουν (design) στοιχειοκεραίες κεραίες διαφόρων τύπων, όπως Yagi, φασικής στοιχειοκεραίας, μικροταινιακής κεραίας, κλπ
- αναγνωρίζουν και διακρίνουν τις βαθμίδες ενός ασύρματου τηλεπικοινωνιακού συστήματος
- σχεδιάζουν και μελετούν με χρήση εξομοιωτή ένα τηλεπικοινωνιακό σύστημα
- αναγνωρίζουν και αξιολογούν την ποιοτική απόδοση ενός ασύρματου τηλεπικοινωνιακού συστήματος
- προβαίνουν σε ελέγχους πιστοποίησης καλής λειτουργίας του συστήματος ασύρματων επικοινωνιών (Acceptance tests)

### **Αντικείμενα που καλύπτονται**

1. Εισαγωγή στις κεραίες : Γενικά, Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, ακτινοβολία στοιχειώδους δίπολου. Γενικά χαρακτηριστικά των κεραιών: Χαρακτηριστικά μεγέθη των κεραιών, χαρακτηριστικά μεγέθη που αφορούν το πεδίο γύρω από την κεραία, επίδραση γειτονικής κεραίας, θεώρημα της αντιστοιχίας, αμοιβαία σύνθετη αντίσταση, μονάδες μέτρησης, Απώλειες κεραιών.
2. Διαγράμματα ακτινοβολίας σημειακών και μη πηγών: διάταξη δύο σημειακών ισότροπων πηγών , διάταξη μη ισότροπων σημειακών πηγών αλλά ανάλογων, ευθύγραμμη στοιχειοσειρά από σημειακές πηγές ίδιου πλάτους, επίδραση του εδάφους, Διατάξεις με παρασιτικά στοιχεία
3. Μελέτη της κεραίας  $\lambda/2$ : Η λεπτή γραμμική κεραία, η συντονισμένη κεραία  $\lambda/2$ , κεραία  $\lambda/2$  μη συντονισμένη, η κατακόρυφη προσγειωμένη κεραία, το αναδιπλωμένο δίπολο  $\lambda/2$ .
4. Διατάξεις με πολλές κεραίες: Μελέτη της λεπτής γραμμικής κεραίας, Διάταξη δύο κεραιών που τροφοδοτούνται σε φάση, Διάταξη δύο κεραιών που τροφοδοτούνται σε αντίθετη φάση, Στοιχειοσειρά από δύο στοιχεία  $\lambda/2$ , διάταξη από η τροφοδοτούμενα στοιχεία στο χώρο, ομοιόμορφες γραμμικές στοιχειοσειρές, στοιχειοσειρά τεσσάρων διπλών  $\lambda/2$  κάθετη στο έδαφος και στο ύψος  $\lambda/4$ .
5. Κεραίες κατευθυνόμενης ακτινοβολίας: Κεραία YAGI, ελικοειδή κεραία, κεραίες "V", η ρομβική κεραία, η λογαριθμική περιοδική κεραία, η κεραία βρόχου, Στοιχειοσειρές με ηλεκτρονική σάρωση, δικωνική κεραία, παραβολικές κεραίες.
6. Προσαρμογή κεραίας-γραμμής: Προσαρμογή με δικτυώματα από εντοπισμένα στοιχεία, προσαρμογή με κατανεμημένα στοιχεία
7. Εισαγωγή στην μελέτη διάδοσης των μικροκυμάτων, κύμα χώρου, τροποσφαιρική διάθλαση. ραδιο-κάλυψη (radioplanning). Ρόλος των διεθνών οργανισμών ITU, CEPT, ERC και ETSI.
8. Υπολογισμός Μηκοτομής, ηλεκτρικής καμπυλότητας, και ζωνών Fresnel.

Διαστασιολόγηση: υπολογισμός μεγεθών κεραιών, ύψη ιστών, μήκη κυματοδηγών καλωδίων. Ενδοδιαμορφώσεις σε τροποσφαιρικές ζεύξεις ευρείας ζώνης

9. Υπολογισμός ισοζυγίου ισχύος (BudgetAnalysis). Ανάλυση του φαινομένου της διάλειψης. Είδη διαλείψεων, διαφορική λήψη χώρου, συχνότητας και πόλωσης.
10. Θόρυβος. Σχέση σήματος προς θόρυβο στις διάφορες διαμορφώσεις. Ελάχιστο ευκρινές σήμα λήψης. Ευαισθησία του δέκτη.
11. Ποιοτικά στοιχεία στη μετάδοση του ψηφιακού ραδιοσήματος (Διαθεσιμότητα της ζεύξης, BER, Jitter, κλπ).
12. Περιβάλλον των ραδιοσυστημάτων. Νόμοι Kerpler, γεωστατικές δορυφορικές τροχιές. Χρήση γεωγραφικών συστημάτων GIS στη σχεδίαση ασύρματων τηλεπικοινωνιακών δικτύων.
13. Δομή των ραδιοσυστημάτων. Δομή δορυφορικού συστήματος, πομπός, δέκτης, αναμεταδότης. Συστήματα πολλαπλής πρόσβασης (πολυπλεξία). Συστήματα πολυπλεξίας στους δορυφόρους.

## Εργαστηριακές Ασκήσεις

Εργαστηριακή εκπαίδευση των φοιτητών πραγματοποιώντας 13 εργαστηριακές ασκήσεις εστιασμένες στα βασικότερα αντικείμενα της θεωρητικής διδασκαλίας. Οι ασκήσεις είναι προσανατολισμένες πάνω στα ακόλουθα πεδία:

1. Μέτρηση αντίστασης εισόδου διπόλου  $\lambda/2$
2. Μέτρηση διαγράμματος ακτινοβολίας διπόλου  $\lambda/2$
3. Μελέτη κεραίας Yagi-Uda
4. Δομή κύματος χώρου και αποστάσεις δορυφορικής λήψης
5. Φάσματα των διαμορφώσεων AM και FM με αναλυτή φάσματος και CAD
6. Αναλογικές και ψηφιακές εκπομπές δορυφόρων DBS
7. Σκόπευση των δορυφόρων DBS
8. Κεντρική εγκατάσταση διανομής σήματος επίγειας ψηφιακής και δορυφορικής TV
9. Μελέτη ασύρματης ζεύξης σημείου προς σημείο με τη βοήθεια CAD
10. Μελέτη ραδιοκάλυψης με τη βοήθεια CAD
11. Εξομοίωση Πομπού RF: μέτρηση βασικών παραμέτρων
12. Εξομοίωση Δέκτη RF: μέτρηση βασικών παραμέτρων
13. Μέτρηση σφαλμάτων BER σε ψηφιακά συστήματα επικοινωνιών

## Διδακτικές και Μαθησιακές δραστηριότητες

### Οι μέθοδοι διδασκαλίας περιλαμβάνουν:

Παραδοσιακή διδασκαλία με διαλέξεις στις οποίες χρησιμοποιούνται τεχνολογίες πολυμέσων και το διαδίκτυο, επίλυση ασκήσεων, εργαστηριακές επιδείξεις, επιβλεπόμενες εργαστηριακές ασκήσεις, και εξομοιώσεις με χρήση Η/Υ.

## **Οι μαθησιακές δραστηριότητες περιλαμβάνουν**

Χρήση από τους φοιτητές εργαστηριακών οργάνων και υλικών για την υλοποίηση και ανάλυση μικροκυματικών κυκλωμάτων, επίλυση ασκήσεων, υλοποίηση ομαδικών εργασιών, χρήση λογισμικού για σχεδίαση και εξομοίωση κυκλωμάτων, ατομική μελέτη και εξετάσεις γραπτές ή και προφορικές.

## **Βιβλιογραφία**

### **Ελληνική:**

1. W. Stallings, "Ασύρματες Επικοινωνίες και Δίκτυα", Εκδόσεις Τζιόλα
2. Ballanis, Antenna Theory, Ελληνική Απόδοση, ΙΩΝ, 2005
3. ΣΑΧΑΛΟΣ, «ΚΕΡΑΙΕΣ» Θεσσαλονίκη 1986
4. Kraus, John D, «Κεραίες», Τζιόλας

### **Ξενόγλωσση:**

## EE-6051 – Antennas and Wireless Links

BASIC INFORMATION	
Department	Electronics
Course Title	Antennas and wireless links
Course Code	EE-6051
Theory /Lab	Theory and Lab
Semester	6th
ECTS Credit Units	6
Teaching Hours	3 Theory +2 Lab
Working Load	170
Obligatory / By Choice	Obligatory
Unit Leader	K.N. Voudouris
Teacher	K.N. Voudouris
Assistants	C.I. Vasileiou
Teaching	Lectures, Lab, Tutorials, Exercises, Exams
Assessment	Intermediate Exam, Exercises, Final Exam Final Exam 50%, Laboratory 50%
Prerequisites	
DESCRIPTION	
<b>Aim</b> <p>This module presents the theory of wireless communications. Various subsystems such as antennas, mixers, local oscillators etc., are examined. 4G networks, satellite systems and radars are also studied. Moreover, the students are expected to acquire the essential technological background, to design and analyze different kinds of antennas and transmission lines, understanding all the natural mechanisms of electromagnetic wave propagation.</p>	
<b>Learning Outcomes</b> <p>After successful completion of the module, the student will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Understand the operation of an antenna</li><li>• Evaluate basic parameters such as the input resistance and the radiation pattern of an antenna</li><li>• Design and analyze different kinds of antenna arrays such as Yagi, phased array antenna, microstrip antenna etc.</li><li>• Recognize the components of a wireless telecommunications system</li></ul>	

- Design and study using a telecommunication system simulator
- Recognize and evaluate the qualitative performance of wireless telecommunications systems
- Proceed in certification inspections of wireless communication systems (Acceptance tests)

### Topics Covered

1. Introduction to Antennas: Electromagnetic radiation, radiation of elementary dipole. General characteristics of antennas : characteristic sizes of antenna, characteristic variables that concern the radiation pattern, effect of neighboring antenna, theorem of equivalence, reciprocal complex resistance, units of measurement, losses of antennas
2. Radiation patterns of sources: Configuration of two isotropic point sources, study of similar and anisotropic sources, linear array of point sources of the same width, effect of ground, circuits with parasitic elements
3. Study of  $\lambda/2$  antenna: The thin linear half-wave antenna, the vertical antenna, the folded  $\lambda/2$  dipole
4. Configurations with many antennas: Study of thin linear antenna, Study of phased arrays, Two  $\lambda/2$  element array, Study of an array of N elements, Uniform linear array, Four  $\lambda/2$  element array, perpendicular to the ground
5. Directive antennas, Yagi antenna, Helical antenna, "V" antennas, Rhombus antennas, Logarithmic periodical antenna, Loop antenna, Array with electronic scanning, Biconical antenna, Parabolic antennas
6. Matching of antenna-line: Matching with located elements, matching with distributed elements
7. Introduction to microwave propagation, space wave, tropospheric diffraction, radio coverage (radio planning). Role of international organisms ITU, CEPT, ERC and ETSI
8. Calculation of path profile, electric curvature and Fresnel zones. Dimensioning: Calculation of antenna's variables, wave heights, length of waveguide's cable. Intermodulations in tropospheric wide band links
9. Calculation of power's balance (Budget Analysis). Fading phenomenon. Types of fading, differential reception of space, frequency and polarization.
10. Noise. Signal to noise ratio in various modulations. Minimum sharp reception signal. Receiver's sensitivity
11. Qualitative factors in the transmission of digital radio signal (Availability of link, BER, Jitter, etc).
12. Environment of radio systems. Kepler laws, geostatic satellite orbits. Use of geographic systems GIS in the design of wireless telecommunication networks
13. Radio systems structure. Satellite systems structure, transmitter, receiver, transponder. Systems of multiple access (multiplexing). Multiplexing systems in satellites

### Laboratory Exercises

Laboratory training of students comprises 13 laboratory exercises focused on key items of theoretical courses. Lab exercises will be focused on the following areas:

1. Input impedance measurement of  $\lambda/2$  dipole
2. radiation pattern measurement of  $\lambda/2$  dipole
3. Study of Yagi-Uda antenna
4. Structure of space wave and distances of satellite reception

5. AM and FM modulation spectrum with spectrum analyzer and CAD
6. Analog and digital transmissions of DBS satellites
7. DBS satellites collimation
8. Signal distribution of digital and satellite TV
9. Study of wireless point-to-point communication with CAD assistance
10. Study of radio coverage with CAD assistance
11. Simulation of RF transmitter: Measurement of basic parameters
12. Simulation of RF receiver: Measurement of basic parameters
13. Measurement of BER errors in digital communication systems

## Teaching and learning activities

### Teaching methods include:

The teaching methods include traditional lecture material in classroom with the aid of multimedia and Internet, on-line demonstrations and simulation material, supervised hands-on exercises in the lab, use of software for design analysis and simulation of digital circuits

### Student's activities include:

Use of laboratory instruments and hardware for fabrication, test & measurement and debugging of digital circuits in the lab, solving of exercises, use of computer software for design, analysis and simulation, self-study and exams.

## Resources

### Greek:

1. W. Stallings, "Ασύρματες Επικοινωνίες και Δίκτυα", Εκδόσεις Τζιόλα
2. Ballanis, Antenna Theory, Ελληνική Απόδοση, ΙΩΝ, 2005
3. ΣΑΧΑΛΟΣ, «ΚΕΡΑΙΕΣ» Θεσσαλονίκη 1986
4. Kraus, John D, «Κεραίες», Τζιόλας