

## 502. Κεραίες και Ασύρματες Επικοινωνίες

### 1. ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	502	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	5
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Κεραίες και Ασύρματες Επικοινωνίες		
	<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>
	Διαλέξεις	3	5
	Ασκήσεις Πράξης	1	
	Εργαστηριακές Ασκήσεις	1	
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	--		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	Ελληνική ή/και Αγγλική		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	Ναι		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	eclass /courses/		

### 2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### Μαθησιακά Αποτελέσματα

Η εκρηκτική ανάπτυξη και διαρκής εξέλιξη στην αγορά των ασύρματων και προσωπικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων δημιουργεί αυξανόμενη ζήτηση για τηλεπικοινωνιακούς μηχανικούς που να έχουν αφενός πολύ καλό υπόβαθρο στη θεωρία κεραιών και διάδοσης ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, και αφετέρου ιδιαίτερες γνώσεις και εμπειρία σε σχέση με τα σύγχρονα συστήματα ασυρμάτων ζεύξεων. Το μάθημα αυτό προετοιμάζει κατάλληλα τους φοιτητές για μια καριέρα στην ταχύτατα εξελισσόμενη τηλεπικοινωνιακή βιομηχανία, καθώς οι κεραιές που αποτελούν τη διεπαφή των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων με τα μέσα μετάδοσης στις ασύρματες επικοινωνίες.

Σκοπός του μαθήματος είναι η εξοικείωση με τις αρχές της θεωρίας των κεραιών και της διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, έτσι που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση και το σχεδιασμό ασύρματων τηλεπικοινωνιακών ζεύξεων. Με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι φοιτητές θα έχουν αποκτήσει γνώσεις και δεξιότητες, κατάλληλα εργαλεία για την αντιμετώπιση πρακτικών εφαρμογών που σχετίζονται με κεραιές και μοντέλα διάδοσης, καθώς και εμπειρία σχεδιασμού και βελτιστοποίησης πραγματικών κεραιών, ώστε:

- να κατανοούν την ηλεκτρομαγνητική θεωρία και τις εφαρμογές της στις κεραιές και στις μεταδόσεις των ηλεκτρομαγνητικών σημάτων που μεταφέρουν την πληροφορία,
- να γνωρίζουν τα φαινόμενα διάδοσης κύματος που προκαλούνται σε πραγματικό περιβάλλον και τις μεθόδους μέτρησης που χρησιμοποιούνται στην πράξη,
- να αναλύουν και να σχεδιάζουν ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες,
- να επιβλέπουν και να συντηρούν ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα,
- να πραγματοποιούν μετρήσεις ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας,
- να εκπονούν μελέτες ραδιοκάλυψης.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής θα είναι σε θέση:

- Να περιγράφει τους βασικούς μηχανισμούς διάδοσης ραδιοκυμάτων και να αντιλαμβάνεται την αλληλεπίδραση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με το περιβάλλον.
- Να αντιλαμβάνεται με ενιαίο τρόπο τη θεωρία των κεραιών και της διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ώστε να μπορεί να τις χρησιμοποιεί στην ανάλυση και το σχεδιασμό ασύρματων τηλεπικοινωνιακών ζεύξεων.
- Να υπολογίζει τις βασικές παραμέτρους μιας κεραιάς (π.χ. ακτινοβολούμενη ισχύς, ένταση ακτινοβολίας, κατευθυντικότητα, αντίσταση ακτινοβολίας) και να είναι εξοικειωμένος με τον υπολογισμό του διαγράμματος ακτινοβολίας μιας κεραιάς, όταν είναι γνωστή η ρευματική της κατανομή.
- Να είναι εξοικειωμένος με ποικίλες διατάξεις πρακτικών κεραιών και να συγκρίνει τα χαρακτηριστικά τους (πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα), κρίνοντας με βάση αυτά την πλέον κατάλληλη κεραιά για κάθε πρακτική εφαρμογή.
- Να αξιολογεί τα μοντέλα διάδοσης και να επιλέγει το κατάλληλο μοντέλο για τον υπολογισμό των απωλειών σε μια τηλεπικοινωνιακή ζεύξη.
- Να μετρά τα χαρακτηριστικά μεγέθη μιας κεραιάς.
- Να είναι ενημερωμένος για τις πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο των ασύρματων και προσωπικών συστημάτων επικοινωνίας.

Το μάθημα είναι στον πυρήνα του γνωστικού αντικείμενου του Ηλεκτρονικού Μηχανικού (παρ. 1.γ, άρθρο 11, ΠΔ 99/2018 (ΦΕΚ 187/τ.Α/5-11-2018)), καθώς περιλαμβάνεται στην ενότητα "γ. Τηλεπικοινωνίες, δίκτυα σταθερών και κινητών επικοινωνιών και δίκτυα υπολογιστών".

#### Γενικές Ικανότητες

Το μάθημα οδηγεί σε ικανότητες που ανταποκρίνονται στα επαγγελματικά δικαιώματα του Ηλεκτρονικού Μηχανικού (παρ. 2.δ-ιβ, άρθρο 11, ΠΔ 99/2018 (ΦΕΚ 187/τ.Α/5-11-2018)), καθώς οι ασύρματες επικοινωνίες, οι κεραίες και οι διατάξεις ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται ευρύτατα παντού, και η λειτουργία και τα χαρακτηριστικά τους είναι αναγκαίο να λαμβάνονται υπόψη κατά την εκπόνηση μελετών σε τηλεπικοινωνιακές και δικτυακές εγκαταστάσεις, την ανάπτυξη και εγκατάσταση τηλεπικοινωνιακών συστημάτων, και την υλοποίηση έργων τηλεπικοινωνιών, δικτύων, και εφαρμογών υπολογιστών κι αισθητήρων. Ενδεικτικά, στο άρθρο 11 του ΠΔ 99/2018:

- η παρ. 2.ζ αναφέρει “ζ. Εκπόνηση μελετών και έργων συστημάτων τηλεπικοινωνιών και δικτύων. Ενδεικτικά περιλαμβάνονται: αναλογικά και ψηφιακά τηλεπικοινωνιακά συστήματα, συστήματα δορυφορικών και κινητών επικοινωνιών, δίκτυα σταθερών και κινητών επικοινωνιών ...”;
- η παρ. 2.θ αναφέρει “θ. Εκπόνηση μελετών ανάπτυξης και εγκατάστασης τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών και εφαρμογών αυτών σε διάφορα πεδία. Ενδεικτικά περιλαμβάνονται: ... συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών, δορυφορικά και διαστημικά συστήματα και εγκαταστάσεις, συστήματα ευφυών μεταφορών, συστήματα ευφυών υποδομών, εγκαταστάσεις ευφυών κτηρίων.”;
- η παρ. 2.κ αναφέρει “κ. Εκπόνηση μελετών ανάπτυξης και εγκατάστασης συστημάτων και εφαρμογών ενσύρματης και ασύρματης επικοινωνίας. Ενδεικτικά περιλαμβάνουν: εγκαταστάσεις ραδιοσυχνότητας (κεραίες, πομπόδεκτες και αναμεταδότες), ραδιοεπικοινωνία και ραδιοηλεκτρονικές συσκευές, μικροκυματικές διατάξεις και κυκλώματα, βιοϊατρικές συσκευές και συστήματα, αναλογικά και ψηφιακά τηλεπικοινωνιακά συστήματα, επίγειες, δορυφορικές, σταθερές και κινητές επικοινωνίες.”;
- η παρ. 2.κε αναφέρει “κε. Εκπόνηση μελετών δορυφορικών και διαστημικών συστημάτων και εγκαταστάσεων που αφορούν συστήματα Τεχνολογίας Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), ηλεκτρονικά συστήματα, Ραδιοεπικοινωνίες και Ενεργειακά Συστήματα.”.

Επιπλέον συνεισφέρει στην απόκτηση ποικίλων γενικών ικανοτήτων, όπως:

- ο σχεδιασμός και η διαχείριση έργων,
- η λήψη αποφάσεων,
- η αυτόνομη εργασία,
- η ομαδική εργασία,
- η άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής,
- η προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης,
- η αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών.

### 3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Ανασκόπηση στις τηλεπικοινωνίες και την ηλεκτρομαγνητική θεωρία. Ηλεκτρικό, μαγνητικό, ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Ηλεκτρικά σήματα. Τηλεπικοινωνιακά συστήματα. Ασύρματες τηλεπικοινωνίες. Φάσμα συχνοτήτων (HF, VHF, UHF, microwaves). Εξισώσεις Maxwell. Κυματικές εξισώσεις. Οριακές συνθήκες. Βαθμωτό και διανυσματικό δυναμικό. Πεδία ημιτονοειδούς χρονικής μεταβολής. Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ισχύς. Διάνυσμα Poynting. Επίπεδα ηλεκτρομαγνητικά κύματα [πόλωση, διάδοση επιπέδου κύματος σε αγωγή και μη μέσα, ταχύτητες φάσης και ομάδας, αμοιβαιότητα]. Ανάκλαση και διάθλαση επιπέδου κύματος [νόμος Snell, εξισώσεις Fresnel, συντελεστές ανάκλασης και μετάδοσης, κάθετη και πλάγια πρόσπτωση σε τέλειο διηλεκτρικό και σε μέσο με απώλειες, στάσιμα κύματα, πρόσπτωση σε διηλεκτρική πλάκα, σκέδαση].
- Γραμμές μεταφοράς [σύνθετη και χαρακτηριστική αντίσταση γραμμής, ανάκλαση κύματος, μεταφερόμενη ισχύς, προσαρμογή, στάσιμο κύμα, διάγραμμα Smith]. Μικροκυματικοί κυματοδηγοί [παραλλήλων πλακών, ορθογωνικής διατομής, κυκλικής διατομής, ομοαξονικός, μικροταινιακός, διηλεκτρικός]. Οπτικοί κυματοδηγοί. TE, TM και TEM ρυθμοί διάδοσης. Ισχύς και απώλειες. Ορθογωνικές και κυλινδρικές κοιλότητες. Ηλεκτρομαγνητικά κύματα στο χώρο. Εισαγωγή στη θεωρία κεραιών. Προσαρμογή κεραίας-γραμμής μεταφοράς.
- Μηχανισμοί ακτινοβολίας. Χαρακτηριστικά κεραιών, διαγράμματα ακτινοβολίας, κέρδος, εύρος ζώνης, συντελεστής ποιότητας. Θεωρία απλών γραμμικών κεραιών. Ανάλυση κεραιών με ρευματικές κατανομές εκ παραδοχής. Το βραχύ δίπολο του Hertz. Εφαρμογές ηλεκτρικά μικρών κεραιών.
- Γραμμική διπολική κεραία μεγάλου μήκους. Πεδίο γραμμικής κεραίας. Διάγραμμα ακτινοβολίας, κατευθυντικότητα, κέρδος, αντίσταση ακτινοβολίας, ενεργό ύψος κεραίας. Το δίπολο  $\lambda/2$ .
- Γραμμική κεραία οδεύοντος κύματος. Κεραία βρόχου. Κεραίες υπεράνω τέλειου εδάφους. Κατοπτρισμός και θεωρία ειδώλων. Γενική ανάλυση του πεδίου ακτινοβολίας οποιασδήποτε κεραίας. Εφαρμογές.
- Στοιχειοκεραίες. Ρομβική κεραία. Αρχές σχεδίασης στοιχειοκεραιών. Εφαρμογές.
- Γραμμικές στοιχειοκεραίες. Ομοίμορφες γραμμικές στοιχειοκεραίες με μικρό και μεγάλο αριθμό στοιχείων. Πολυωνυμική θεωρία γραμμικών στοιχειοκεραιών. Εφαρμογές.
- Υπερκατευθυντικές κεραίες. Ανίχνευση φάσης. Μέθοδοι σύνθεσης διαγραμμάτων ακτινοβολίας. Γραμμικές στοιχειοκεραίες Dolph-Chebyshev. Σύνθεση γραμμικών στοιχειοκεραιών με αθροίσματα Fourier.
- Εφαρμογές και παραδείγματα ανάλυσης και σύνθεσης κεραιών. Εφαρμογές και μετρήσεις κεραιών.
- Κεραίες ανοίγματος. Ακτινοβολία από επίπεδη επιφάνεια. Ακτινοβολία από ορθογώνια επιφάνεια. Κεραίες χοάνης. Κεραίες παραβολικού ανακλαστήρα. Κεραίες χοάνης-ανακλαστήρα. Κεραίες φακών. Επίπεδα παθητικά κάτοπτρα.
- Αντίσταση εισόδου κεραίας. Ισοδύναμες πηγές. Μαγνητικά φορτία και ρεύματα. Πηγές τάσης και ρεύματος. Θεώρημα της αμοιβαιότητας. Ίδια σύνθετη αντίσταση τελείως αγωγίσιμης κεραίας. Τάση που επάγεται ανάμεσα στους ανοικτούς ακροδέκτες κεραίας από προσπίπτον πεδίο. Μέθοδος της επαγόμενης ηλεκτρεγερτικής δύναμης. Ισοδύναμα κυκλώματα εκπομπής και λήψης. Το εγγύς πεδίο δίπολου. Εύρος ζώνης. Κεραίες λήψης. Πόλωση κεραιών. Θόρυβος σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα και θερμοκρασία θορύβου κεραίας.
- Ίδια σύνθετη αντίσταση δίπολου. Η κεραία ως θερματική σύνθετη αντίσταση. Μη συμμετρική διέγερση δίπολων. Συνθήκες προσαρμογής και μέγιστης μεταφερόμενης ισχύος. Προσαρμογή διά στελέχους. Αναδιπλωμένο δίπολο. Αμοιβαία σύνθετη αντίσταση μεταξύ δίπολων. Σύνθετη αντίσταση διέγερσης στοιχειοκεραιών. Σύνθετη αντίσταση δίπολων υπεράνω τέλειου εδάφους. Τροφοδότηση στοιχειοκεραιών με κατάλληλα ρεύματα. Στοιχειοκεραίες Yagi-Uda. Η κεραία σε δέκτης. Ισότητα αμοιβαίων σύνθετων αντιστάσεων. Ισότητα διαγραμμάτων ακτινοβολίας εκπομπής και λήψης. Ισότητα ιδίων σύνθετων αντιστάσεων εκπομπής και λήψης. Ισότητα ενεργών υψών

εκπομπής και λήψης. Ενεργός επιφάνεια κεραίας. Λόγος ισχύων λήψης-εκπομπής.

- Μετάδοση κυμάτων στον ελεύθερο χώρο. Εξίσωση Friis. Απώλεια και μέγιστη απόσταση μετάδοσης. Εξίσωση radar. Διάδοση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο γήινο περιβάλλον. Ανάκλαση επίπεδων κυμάτων από το έδαφος σε πλάγια πρόσπτωση με κάθετη ή παράλληλη πόλωση. Γωνία Brewster. Κύμα εδάφους. Κύμα χώρου. Κύμα επιφανείας. Ανωψωμένες κεραίες υπεράνω επίπεδου εδάφους. Προσεγγιστική σχέση για διάδοση σε πολύ υψηλές συχνότητες. Κλίση και πόλωση του κύματος επιφανείας πλησίον του εδάφους.
- Σφαιρική γη. Επίδραση της καμπυλότητας της γης. Συνθήκη οπτικής επαφής. Επίδραση των εμποδίων στη διάδοση. Ζεύξεις διά περιθλασης. Δείκτης διάθλασης τροπόσφαιρας. Τροποσφαιρική διάδοση-διάθλαση-κυματοδηγηση-σκέδαση. Ραδιοηλεκτρικός ορίζοντας. Πολλαπλές οδεύσεις. Διαλείψεις. Συστήματα διαφορικής λήψης. Εξασθένηση από την ατμόσφαιρα. Κρίσιμη συχνότητα και μεταβολές ιονόσφαιρας. Ιονοσφαιρική διάδοση-διάθλαση-ανάκλαση-σκέδαση. Εφαρμογές.
- Υπολογισμός ραδιοζεύξεων. Ζεύξη υπεράνω αιχμηρού εμπόδιου. Ζεύξη οπτικής επαφής. Ζεύξη υπεράνω καλής γης. Τεχνικά χαρακτηριστικά και πρακτικές εφαρμογές ασυρμάτων ζεύξεων.
- Στο Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών & Ηλεκτρομαγνητικών Εφαρμογών γίνεται η εφαρμογή του θεωρητικού μέρους με επιλεγμένες εργαστηριακές ασκήσεις.

#### 4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b>	Πρόσωπο με πρόσωπο θεωρητική διδασκαλία. Ασκήσεις πράξης σε μικρές ομάδες φοιτητών. Εργαστηριακή εκπαίδευση σε μικρές ομάδες φοιτητών. Προσκεκλημένοι ομιλητές ή/και παρακολούθηση ημερίδων.																			
<b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b>	Χρήση λογισμικού παρουσίασης διαφανειών. Χρήση λογισμικού προσομοίωσης κεραίων. Χρήση αναλυτή φάσματος για μετρήσεις μεγεθών. Ηλεκτρονική επικοινωνία με τους φοιτητές. Ηλεκτρονικά αρχεία στην ηλεκτρονική σελίδα μαθήματος στην πλατφόρμα ασύγχρονης ηλεκτπαίδευσης.																			
<b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="626 869 1117 905"><b>Δραστηριότητα</b></th> <th data-bbox="1117 869 1440 905"><b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="626 905 1117 932">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1117 905 1440 932">39</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 932 1117 959">Εργαστηριακές Ασκήσεις (υποχρεωτική παρουσία)</td> <td data-bbox="1117 932 1440 959">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 959 1117 987">Ασκήσεις Πράξης (υποχρεωτική παρουσία)</td> <td data-bbox="1117 959 1440 987">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 987 1117 1043">Εκπόνηση εργαστηριακών εργασιών/τεχνικών αναφορών σε μικρές ομάδες</td> <td data-bbox="1117 987 1440 1043">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1043 1117 1071">Εκπόνηση ατομικών εργασιών εξάσκησης</td> <td data-bbox="1117 1043 1440 1071">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1071 1117 1098">Ατομική Μελέτη</td> <td data-bbox="1117 1071 1440 1098">52</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1098 1117 1125">Εξετάσεις</td> <td data-bbox="1117 1098 1440 1125">7</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1125 1117 1157"><b>Σύνολο Μαθήματος</b></td> <td data-bbox="1117 1125 1440 1157"><b>150</b></td> </tr> </tbody> </table>	<b>Δραστηριότητα</b>	<b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b>	Διαλέξεις	39	Εργαστηριακές Ασκήσεις (υποχρεωτική παρουσία)	13	Ασκήσεις Πράξης (υποχρεωτική παρουσία)	13	Εκπόνηση εργαστηριακών εργασιών/τεχνικών αναφορών σε μικρές ομάδες	13	Εκπόνηση ατομικών εργασιών εξάσκησης	13	Ατομική Μελέτη	52	Εξετάσεις	7	<b>Σύνολο Μαθήματος</b>	<b>150</b>	
<b>Δραστηριότητα</b>	<b>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</b>																			
Διαλέξεις	39																			
Εργαστηριακές Ασκήσεις (υποχρεωτική παρουσία)	13																			
Ασκήσεις Πράξης (υποχρεωτική παρουσία)	13																			
Εκπόνηση εργαστηριακών εργασιών/τεχνικών αναφορών σε μικρές ομάδες	13																			
Εκπόνηση ατομικών εργασιών εξάσκησης	13																			
Ατομική Μελέτη	52																			
Εξετάσεις	7																			
<b>Σύνολο Μαθήματος</b>	<b>150</b>																			
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b>	<p>I. Γραπτή τελική εξέταση (ΓΕ) (70%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Επίλυση προβλημάτων/υπολογισμοί</li> <li>- Συγκριτική αξιολόγηση στοιχείων θεωρίας</li> </ul> <p>II. Εργαστηριακή εξέταση (ΕΕ) (20%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Εργαστηριακές εργασίες/τεχνικές αναφορές/μετρήσεις σε μικρές ομάδες</li> </ul> <p>III. Εξέταση σε ασκήσεις πράξης (ΑΠ) (10%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ατομικές εργασίες εξάσκησης</li> </ul> <p>Ο βαθμός του μαθήματος (<math>ΓΕ*0,7 + ΕΕ*0,2 + ΑΠ*0,1</math>) πρέπει να είναι τουλάχιστον πέντε (5).</p> <p>Τα κριτήρια αξιολόγησης είναι προσβάσιμα στους φοιτητές από την ηλεκτρονική σελίδα του μαθήματος και ανακοινώνονται στο πρώτο μάθημα.</p>																			

#### 5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :

Ελληνικά ή μεταφρασμένα διδακτικά συγγράμματα:

- Α. Κανάτας, Φ. Κωνσταντίνου και Γ. Πάντος, *Ασύρματες Επικοινωνίες*, Εκδόσεις Α. Κανάτας, 2010.
- C.A. Balanis, *Κεραίες-Ανάλυση και Σχεδίαση*, Εκδόσεις Ίων, 2005 (1<sup>η</sup> εκδ.).
- Ι.Δ. Κανελλόπουλος, *Διάδοση Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων σε Γήινο Περιβάλλον*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2006.
- J.D. Kraus, *Κεραίες*, Εκδόσεις Τζιόλα, 1998 (2<sup>η</sup> εκδ.).
- Σ.Α. Πακίτης και Α.Α. Νασιόπουλος, *Εισαγωγή στη Διάδοση Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων*, Εκδόσεις Ίων, 2007.

Ξενόγλωσσα διδακτικά συγγράμματα:

- S.K. Das and A. Das, *Antenna and Wave Propagation*, Tata Mc-Graw Hill Education, 2013.
- W.L. Stutzman and G.A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, Wiley, 2013 (3<sup>rd</sup> ed.).
- R.E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, Mc-Graw Hill, 1985.
- J. Volakis, *Antenna Engineering Handbook*, Mc Graw Hill, 2007 (4<sup>th</sup> ed.).

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- IEEE Wireless Communications (IF=9.202)
- IEEE Transactions on Wireless Communications (IF=5.888)
- IEEE Transactions on Antennas and Propagation (IF=4.13)
- IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters (IF=3.448)
- IEEE Antennas and Propagation Magazine (IF=3.007)
- Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking (IF=2.407)
- IEEE Microwave and Wireless Components Letters (IF=2.169)
- IET Microwaves, Antennas and Propagation (IF=1.739)
- International Journal of Antennas and Propagation (IF=1.378)
- International Journal of Microwave and Wireless Technologies, EuMA (IF=0.745)