

811. Μικροκυματικές Επικοινωνίες

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟ		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	811	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	8
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Μικροκυματικές Επικοινωνίες		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	
Διαλέξεις	3	5	
Ασκήσεις Πράξης	1		
Εργαστηριακές Ασκήσεις	1		
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	--		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική ή/και Αγγλική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	eclass /courses/		

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Τα μικροκύματα σήμερα βρίσκουν ευρεία εφαρμογή στα ραντάρ (ναυιλία, μετεωρολογία, έλεγχος εναέριας κυκλοφορίας), στις επίγειες και δορυφορικές τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις, στην ιατρική (τομογραφία, υπερθερμία), στην αστροφυσική (παρατήρηση άστρων), στη φυσική (φασματοσκοπία, επιτάχυνση σωματιδίων), στη βιομηχανία, στην καθημερινή ζωή (μικροκυματικοί φούρνοι, κεραίες, μέτρηση ταχύτητας οχημάτων). Από την άλλη στα χιλιοστομετρικά κύματα στηρίζεται το μέλλον των ασύρματων επικοινωνιών (5G, MIMO). Συνεπώς, η εξοικείωση των ηλεκτρονικών τηλεπικοινωνιακών μηχανικών με τη μικροκυματική θεωρία, τα χιλιοστομετρικά κύματα και τις εφαρμογές τους είναι αναγκαία. Το μάθημα αυτό προετοιμάζει κατάλληλα τους σπουδαστές για μια καριέρα στην ταχύτητα εξελισσόμενη τηλεπικοινωνιακή βιομηχανία.

Σκοπός του μαθήματος είναι να εξοικειωθούν οι ηλεκτρονικοί τηλεπικοινωνιακοί μηχανικοί με την τεχνολογία των μικροκυμάτων και των χιλιοστομετρικών κυμάτων και τις εφαρμογές τους, ώστε να κατανοούν πλήρως τη λειτουργία των ενσύρματων και ασύρματων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Με την ολοκλήρωση του μαθήματος οι σπουδαστές θα έχουν αποκτήσει τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες, κατάλληλα εργαλεία για την αντιμετώπιση πρακτικών εφαρμογών που σχετίζονται με κυματοδηγούς και κεραίες, καθώς και εμπειρία σχεδιασμού και βελτιστοποίησης πραγματικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων, ώστε:

- να επιλέγουν το καταλληλότερο μέσο διάδοσης και το καταλληλότερο τμήμα του φάσματος για κάθε τηλεπικοινωνιακό σύστημα,
- να αναλύουν οποιοδήποτε μέσο διάδοσης,
- να αξιολογούν τις επιδόσεις ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος βάσει του μέσου διάδοσης που χρησιμοποιεί,
- να αναλύουν και να σχεδιάζουν ενσύρματα και ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες,
- να επιβλέπουν και να συντηρούν ενσύρματα και ασύρματα τηλεπικοινωνιακά συστήματα, και
- να σχεδιάζουν τηλεπικοινωνιακά συστήματα που χρησιμοποιούν διαφορετικά μέσα μετάδοσης.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής θα:

- αντιλαμβάνεται με ενιαίο τρόπο τη θεωρία των μικροκυμάτων και της διάδοσης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ώστε να μπορεί να τις χρησιμοποιεί στην ανάλυση και το σχεδιασμό ασύρματων τηλεπικοινωνιακών ζεύξεων,
- έχει εξοικειωθεί με τα φαινόμενα στις μικροκυματικές και χιλιοστομετρικές συχνότητες,
- έχει κατανοήσει τη συμπεριφορά ενός κυματοδηγού και τη μεταφορά μικροκυματικής ενέργειας σε απόσταση (εκπομπή και λήψη από σημείο σε σημείο),
- έχει κατανοήσει τη λειτουργία διαφόρων στοιχείων και διατάξεων στις μικροκυματικές και χιλιοστομετρικές συχνότητες,
- έχει εξοικειωθεί με τα ενεργά και παθητικά μικροκυματικά εξαρτήματα των σύγχρονων τηλεπικοινωνιακών συστημάτων,
- έχει αποκτήσει εμπειρία μετρήσεων των βασικών παραμέτρων σε μικροκυματικές διατάξεις,
- έχει εξοικειωθεί με διάφορες διατάξεις κυματοδηγησης και διάδοσης πρακτικού ενδιαφέροντος, ώστε να συγκρίνει τα χαρακτηριστικά τους (πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα), κρίνοντας με βάση αυτά την πλέον κατάλληλη διάταξη για κάθε πρακτική εφαρμογή,
- είναι ενημερωμένος για τις πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο των ενσύρματων και ασύρματων τηλεπικοινωνιών,
- έχει αποκτήσει εμπειρία στη σχεδίαση στοιχείων (γραμμών μεταφοράς, κυματοδηγών, γεννητριών ισχύος, ενισχυτών), κυκλωμάτων και συστημάτων και στην ανάλυση των μικροκυματικών δικτύων,
- έχει αποκτήσει εμπειρία σχεδιασμού και βελτιστοποίησης πραγματικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων, που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση και το σχεδιασμό νέων μικροκυματικών, χιλιοστομετρικών και οπτικών συστημάτων.

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 μικροκυματικές επικοινωνίες και τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα μικροκυματικών και χιλιομετροκυματικών συχνοτήτων 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 ευφών μεταφορών, συστήματα ευφών υποδομών, εγκαταστάσεις ευφών κτηρίων.*”;
- η παρ. 2.κ αναφέρει “κ. *Εκπόνηση μελετών ανάπτυξης και εγκατάστασης συστημάτων και εφαρμογών ενσύρματης και ασύρματης επικοινωνίας. Ενδεικτικά περιλαμβάνουν: εγκαταστάσεις ραδιοσυχνότητας (κεραίες, πομποδέκτες και αναμεταδότες), ραδιοεπικοινωνία και ραδιοηλεκτρονικές συσκευές, μικροκυματικές διατάξεις και κυκλώματα, βιοιατρικές 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

Θεωρητική διδασκαλία (3+1 ώρες την εβδομάδα)

- Ανασκόπηση της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας (περιγραφή των ηλεκτρομαγνητικών φαινομένων, εξισώσεις Maxwell, οριακές συνθήκες, ισχύς κι ενέργεια ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, επίπεδα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, διάδοση και απόσβεση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, πόλωση). Ενσύρματες-ασύρματες επικοινωνίες.
- Θεωρία γραμμών μεταφοράς. Εγκάρσια και μεταβαλλόμενα ημιτονικά με το χρόνο κύματα σε γραμμές μεταφοράς. Χαρακτηριστική αντίσταση και σύνθετη αντίσταση σε γραμμές μεταφοράς. Χάρτης Smith. Στάσιμα κύματα σε γραμμές μεταφοράς χωρίς απώλειες. Σταθερά διάδοσης και ταχύτητα διάδοσης σε γραμμές μεταφοράς. Προσαρμογή φορτίου σε γραμμές μεταφοράς με τη χρήση μετασχηματιστή $\lambda/4$, ενός ή δύο βραχυκυκλωμένων στελεχών, ή ανομοιόμορφων γραμμών μεταφοράς. Μη περιοδικά φαινόμενα σε γραμμές μεταφοράς. Ανάλυση συζευγμένων γραμμών μεταφοράς.
- Είδη ενσύρματων γραμμών μεταφοράς (δισύρματες ή ομοαξονικές γραμμές). Παραμόρφωση φάσης και πλάτους. Ισοσταθμισμένη και μη ισοσταθμισμένη γραμμή. Τηλεφωνικό δίκτυο. Αστάθεια φάσης, cross-talk, κρουστικός θόρυβος, δομημένη καλωδίωση.
- Κυματοδήγηση. Οδηγούμενα κύματα και ρυθμοί κυματοδήγησης. Κυματοδηγός παραλλήλων απείρων πλακών. Κυματική περιγραφή. Μέθοδος χωρισμού των μεταβλητών. Ρυθμοί TE, TM, TEM. Ακτινική περιγραφή της διάδοσης. Απώλειες κυματοδήγησης.
- Κυματοδηγός ορθογωνίας διατομής. Λύση της κυματικής εξίσωσης. Συνθήκες αποκοπής. Συνοριακές συνθήκες. Πεδιακές συνιστώσες σε καρτεσιανές συντεταγμένες. Ρυθμοί TM και TE. Διέγερση, χαρακτηριστική αντίσταση και απόσβεση ρυθμών ορθογώνιου κυματοδηγού. Αντηχείο ορθογώνιου κυματοδηγού.
- Κυματοδηγός κυκλικής διατομής. Λύση της κυματικής εξίσωσης. Συνοριακές συνθήκες. Πεδιακές συνιστώσες σε κυλινδρικές συντεταγμένες. Ρυθμοί TM, TE. Διέγερση, χαρακτηριστική αντίσταση και απόσβεση ρυθμών κυκλικού κυματοδηγού. Πόλωση. Ομοαξονικός κυματοδηγός. Ρυθμοί TEM, TM, TE. Αντηχείο κυκλικού κυματοδηγού.
- Μικροταινία και ταινιογραμμή. Ακτινική και πεδιακή περιγραφή σε κυματοδηγό διηλεκτρικού στρώματος. Διηλεκτρικό στρώμα και διηλεκτρική λωρίδα. Λωρίδες διαβαθμισμένου δείκτη. Ομοιόμορφη και ανομοιόμορφη οπτική κυκλική ίνα. Ειδικοί τύποι κυματοδηγών. Διάδοση σε γραμμές παραλλήλων αγωγών. Διέγερση ρυθμών.
- Διηλεκτρικά και μαγνητικά υλικά. Κίνηση ηλεκτρονίων σε φερριτές. Εξίσωση μαγνήτισης. Τανυστής μαγνητικής επιδεκτικότητας. Διάδοση κυμάτων σε φερριτές. Στροφή Faraday. Φερριτικά μικροκυματικά στοιχεία. Γύρατρον. Απομονωτής. Κυκλοφορητής. Φίλτρο YIG. Ανάμιξη υλικών με διαφορετικά ϵ , μ . Κυματοδήγηση σε ορθογώνιο κυματοδηγό που περιέχει λωρίδα υλικού ϵ , μ .
- Μη ευθύγραμμοι κυματοδηγοί και κυματοδηγοί με ασυνέχειες [διάδοση σε κυκλικό τμήμα ορθογώνιου κυματοδηγού, διάδοση σε ορθογώνιο κυματοδηγό με ελικοειδή συστροφή, κυλινδρικοί στύλοι με επαγωγική ή χωρητική συμπεριφορά σε ορθογώνιους κυματοδηγούς, probes]. Τεχνικά χαρακτηριστικά κυματοδότησης [μεταλλικοί κυματοδηγοί, οπτικές ίνες, φλάντζες, συμπληρωματικά

στοιχεία κυκλωμάτων κυματοδότησης, διέγερση, αντηχεία, φίλτρα].

- Ανάλυση μικροκυματικών κυκλωμάτων [παράμετροι S, ισχύς, απόδοση]. Περιγραφή σημάτων στα μικροκυματικά κυκλώματα. Μικροκυματικά πολύθυρα. Μήτρες σκέδασης. Αμφίδρομα πολύθυρα. Μαγικό T. Πολύθυρα χωρίς απώλειες. Ιδανικός κατευθυντικός συζεύκτης. Συμμετρικά πολύθυρα. Μέθοδοι ανάλυσης μικροκυματικών δικτύων. Τρίθυρο διαιρέτες ισχύος. Κατευθυντικοί συζεύκτες.
- Μικροκυματικά συντονισμένα κυκλώματα. Μικροκυματικά φίλτρα. Ολοκληρωμένα μικροκυματικά κυκλώματα [ταινιογραμμές, μικροταινίες, σχισμογραμμές, ομοεπίπεδες γραμμές, υβριδικά MICs]. Παθητικά μικροκυματικά στοιχεία [σχεδίαση συγκεντρωμένων αντιστάσεων-χωρητικότητας-αυτεπαγωγών, κυκλώματα με συγκεντρωμένα φορτία]. Προσαρμογή κυματοδηγών [αντίσταση κυματοδηγού, μέτρηση αντίστασης γραμμής σε τυχόν σημείο, εύρεση αντίστασης φορτίου].
- Αλληλεπίδραση δέσμης ηλεκτρονίων με ηλεκτρομαγνητικό κύμα. Παραγωγή μικροκυμάτων με λυχνίες [όρια λειτουργίας κοινών λυχνιών, ενισχύτρια λυχνία Klystron, ταλαντώτρια λυχνία Klystron ανάκλασης, λυχνία Magnetron, λυχνία οδεύοντος κύματος TWT, λυχνία νήματος].
- Ημιαγωγικές μικροκυματικές πηγές [διπολικά τρανζίστορ, μικροκυματικά τρανζίστορ, τρανζίστορ επίδρασης πεδίου FET, ημιαγωγικοί μικροκυματικοί ταλαντωτές, ρυθμοί σε ταλαντωτές με φαινόμενα μεταφοράς ηλεκτρονίων]. Μικροκυματικές διοδοί μίξης - φώρασης. Ταλαντωτές διόδου Gunn και διόδου impratt.
- Επικοινωνίες μικροκυμάτων [μικροκυματικά κυκλώματα, θερματικές συσκευές, φίλτρα, πομποδέκτες θερματικοί και αναμετάδοση]. Μικροκυματικές εφαρμογές [διανυστική και θεραπευτική ιατρική, βιομηχανικές μετρήσεις, μετρήσεις ταχύτητας, θερμικές διατάξεις]. Βιολογικές επιδράσεις των μικροκυμάτων [όρια επιτρεπτής ακτινοβολίας, βιο-φαινόμενα, ιδιότητες ανθρώπινου σώματος, ηλεκτρομαγνητικό περιβάλλον].
- Επικοινωνίες χιλιοστομετρικών κυμάτων και εφαρμογές.

Εργαστήριο (1 ώρα την εβδομάδα)

Στο Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών & Ηλεκτρομαγνητικών Εφαρμογών γίνεται η εφαρμογή του θεωρητικού μέρους με εργαστηριακές ασκήσεις, όπως οι ακόλουθες:

- Μέτρηση μήκους κύματος, απόσβεσης και SWR.
- Μέτρηση ηλεκτρικού μήκους και μιγαδικής αντίστασης γραμμής μεταφοράς.
- Μέτρηση διαγράμματος ακτινοβολίας κεραίων.
- Μελέτη των χαρακτηριστικών της λυχνίας Klystron.
- Μελέτη των χαρακτηριστικών της ταλαντώτριας Gunn.
- Μετρήσεις ισχύος, συντελεστή ανάκλασης και συντελεστή μετάδοσης με κατευθυντικό συζεύκτη.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ	Πρόσωπο με πρόσωπο θεωρητική διδασκαλία. Ασκήσεις πράξης σε μικρές ομάδες φοιτητών. Εργαστηριακή εκπαίδευση σε μικρές ομάδες φοιτητών. Προσκεκλημένοι ομιλητές ή/και παρακολούθηση ημερίδων.																			
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ	Χρήση λογισμικού παρουσίασης διαφανειών. Χρήση λογισμικού προσομοίωσης κυματοδηγών. Χρήση αναλυτή φάσματος και αναλυτή δικτυωμάτων για μετρήσεις μεγεθών. Ηλεκτρονική επικοινωνία με τους φοιτητές. Ηλεκτρονικά αρχεία στην ηλεκτρονική σελίδα μαθήματος στην πλατφόρμα ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης.																			
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="626 1331 1109 1360"><i>Δραστηριότητα</i></th> <th data-bbox="1109 1331 1432 1360"><i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="626 1360 1109 1390">Διαλέξεις</td> <td data-bbox="1109 1360 1432 1390">39</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1390 1109 1419">Εργαστηριακές Ασκήσεις</td> <td data-bbox="1109 1390 1432 1419">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1419 1109 1449">Ασκήσεις Πράξης</td> <td data-bbox="1109 1419 1432 1449">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1449 1109 1497">Εκπόνηση εργαστηριακών εργασιών/τεχνικών αναφορών σε μικρές ομάδες</td> <td data-bbox="1109 1449 1432 1497">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1497 1109 1526">Εκπόνηση ατομικών εργασιών εξάσκησης</td> <td data-bbox="1109 1497 1432 1526">13</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1526 1109 1556">Ατομική Μελέτη</td> <td data-bbox="1109 1526 1432 1556">52</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1556 1109 1585">Εξετάσεις</td> <td data-bbox="1109 1556 1432 1585">7</td> </tr> <tr> <td data-bbox="626 1585 1109 1610">Σύνολο Μαθήματος</td> <td data-bbox="1109 1585 1432 1610">150</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Δραστηριότητα</i>	<i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i>	Διαλέξεις	39	Εργαστηριακές Ασκήσεις	13	Ασκήσεις Πράξης	13	Εκπόνηση εργαστηριακών εργασιών/τεχνικών αναφορών σε μικρές ομάδες	13	Εκπόνηση ατομικών εργασιών εξάσκησης	13	Ατομική Μελέτη	52	Εξετάσεις	7	Σύνολο Μαθήματος	150	
<i>Δραστηριότητα</i>	<i>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</i>																			
Διαλέξεις	39																			
Εργαστηριακές Ασκήσεις	13																			
Ασκήσεις Πράξης	13																			
Εκπόνηση εργαστηριακών εργασιών/τεχνικών αναφορών σε μικρές ομάδες	13																			
Εκπόνηση ατομικών εργασιών εξάσκησης	13																			
Ατομική Μελέτη	52																			
Εξετάσεις	7																			
Σύνολο Μαθήματος	150																			
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ	<p>I. Γραπτή τελική εξέταση (ΓΕ) (70%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Επίλυση προβλημάτων/υπολογισμοί - Συγκριτική αξιολόγηση στοιχείων θεωρίας <p>II. Εργαστηριακή εξέταση (ΕΕ) (20%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Εργαστηριακές εργασίες/τεχνικές αναφορές/μετρήσεις σε μικρές ομάδες <p>III. Εξέταση σε ασκήσεις πράξης (ΑΠ) (10%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ατομικές εργασίες εξάσκησης <p>Ο βαθμός του μαθήματος ($ΓΕ \cdot 0,7 + ΕΕ \cdot 0,2 + ΑΠ \cdot 0,1$) 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:

- Τ. Γιούλτσης και Ε. Κριεζής, "Μικροκύματα - Θεωρία και Εφαρμογές", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2016.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Ηλεκτρομαγνητικό Πεδίο – Βασική Θεωρία και Εφαρμογές", 1η Έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2014.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Εφαρμοσμένος Ηλεκτρομαγνητισμός – Συνοπτική Θεωρία και Υποδειγματικά Λυμένες Ασκήσεις", Εκδόσεις Θ.Δ. Τσιμπούκης, 2012.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Ηλεκτρομαγνητικό Πεδίο – Βασική Θεωρία και Εφαρμογές – Τόμος Ι: Θεμελιώδεις Έννοιες και Νόμοι του Ηλεκτρομαγνητικού Πεδίου", 1η Έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2011.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Ηλεκτρομαγνητικό Πεδίο – Βασική Θεωρία και Εφαρμογές – Τόμος ΙΙ: Χρονικά Μεταβαλλόμενα Πεδία, Διάδοση Ηλεκτρομαγνητικών Κυμάτων, Γραμμές Μεταφοράς, Κεραίες", 1η Έκδοση, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2011.
- Ι.Α. Τσαλαμέγκας και Ι.Α. Ρουμेलιώτης, "Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία – Τόμος Α: Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία και Κύματα", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2010.
- Ι.Α. Ρουμελιώτης και Ι.Α. Τσαλαμέγκας, "Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία – Τόμος Β: Στατικά και Μόνιμα Πεδία", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2010.
- Ι. Βομβορίδης, "Μικροκυματικές Πηγές Ισχύος", Εκδόσεις Α. Συμεών, 2009.
- Ι.Ν. Σάχλας, "Μικροκύματα", Εκδ. Χ.Ν.Αιβάζης, 2008.
- Τ. Γιούλτσης και Ε. Κριεζής, "Μικροκύματα - Τόμος Ι & ΙΙ", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Κυριακίδη, 2008.
- Δ. Μαρκόπουλος, "Μικροκυματικά Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα ΙΙ – Ραντάρ και Ραδιοβοήθηματα", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Ίων, 2008.
- Γ.Κ. Μαργκάς και Σ.Α. Πακίτης, "Γραμμές μεταφοράς υψηλών συχνοτήτων", 2η Έκδοση, Εκδόσεις Ίων, 2006.
- R.E. Collin, "Μικροκύματα", 2η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2005.
- D.M. Pozar, "Μικροκυματική Τεχνολογία", Εκδόσεις Ίων, 2004.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Ηλεκτρομαγνητισμός – Στοιχεία Θεωρίας και Ασκήσεις – Τόμος Ι & ΙΙ", 2η Έκδοση, Εκδόσεις Θ.Δ. Τσιμπούκης, 2003.
- Κ.Θ. Λιολιούσης, "Μικροκύματα 1: Γεννήτριες, Ενισχυτές, Δίοδοι", 2η έκδοση, Εκδόσεις Ίων, 2002.
- Δ. Μαρκόπουλος και Θ. Νίκας, "Μικροκυματικά Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα ΙΙ – Ραδιοδίκτυα και Δορυφορικές Ζεύξεις", 2η Έκδοση, Εκδόσεις Ίων, 2000.
- Ν. Ουζούνουλου, "Εισαγωγή στα Μικροκύματα", 2η έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 1999.
- Δ. Μαρκόπουλος και Δ. Βαρούτας, "Μικροκυματικά Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα Ι - Στοιχεία και Κεραίες Μικροκυμάτων", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Ίων, 1999.
- Ν. Ουζούνουλου, "Τηλεπικοινωνίες Οπτικών Ινών", 1η Έκδοση, Εκδόσεις Συμεών, 1999.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Εισαγωγή στη βασική θεωρία του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου Ι – Ηλεκτροστατικό Πεδίο", Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1991.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Εισαγωγή στη βασική θεωρία του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ΙΙ – Ηλεκτρικό Πεδίο Ροής, Μαγνητικό Πεδίο", Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1991.
- Θ.Δ. Τσιμπούκης, "Εισαγωγή στη βασική θεωρία του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου ΙΙΙ – Διάδοση ηλεκτρομαγνητικού κύματος", Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη 1991.
- Π.Π. Μαγουλάς, "Τεχνική μικροκυμάτων Ι", ΟΕΔΒ, Αθήνα 1992.
- Π.Π. Μαγουλάς, "Εργαστηριακές ασκήσεις γραμμών-κεραίων Ι και τεχνικής μικροκυμάτων ΙΙ", ΟΕΔΒ, Αθήνα 1991.
- Δ. Παρασκευόπουλος, "Βασική Ηλεκτρομαγνητική Θεωρία", Εκδ. Φοίβος, Αθήνα 1980.
- Ε. Τουμπακάρης, "Κυματοδηγοί – Θεωρία, Ασκήσεις", Αθήνα 1972.

Ξενόγλωσσα διδακτικά συγγράμματα:

- K. Kuang and R. Sturdivant, "RF and Microwave Microelectronics Packaging II", 1st Edition, Springer, 2017.
- I. Robertson, N. Somjit and M. Chongcheawchamnan, "Microwave and Millimetre-Wave Design for Wireless Communications", 1st Edition, Wiley, 2016.
- S. Mumtaz, J. Rodriguez, and L. Dai, "mmWave Massive MIMO: A Paradigm for 5G", 1st Edition, Academic Press, 2016.
- K.-W. Yeom, "Microwave Circuit Design: A Practical Approach Using ADS", 1st Edition, Prentice Hall, 2015.
- A. Behagi, "RF and Microwave Circuit Design: A Design Approach Using ADS", Techno Search, 2015.
- T.S. Rappaport, R.W. Heath, R.C. Daniels, and J.N. Murdock, "Millimeter Wave Wireless Communications", Prentice Hall, 2014.
- R. Sturdivant, "Microwave and Millimeter-Wave Electronic Packaging", Artech House, 2014.
- C.A. Balanis, "Advanced Engineering Electromagnetics", 2nd Edition, Wiley, 2012.
- U.L. Rohde and M. Rudolph, "RF and Microwave Circuit Design for Wireless Communications", 2nd Edition, Wiley, 2012.
- J.P. Dunsmore, "Handbook of Microwave Component Measurements: With Advanced VNA Techniques", 1st Edition, Wiley, 2012.
- A. Georgiadis, H. Rogier, L. Roselli and P. Arcioni, "Microwave and Millimeter Wave Circuits and Systems: Emerging Design, Technologies and Applications", 1st Edition, Wiley, 2012.
- D.M. Pozar, "Microwave Engineering", 4th Edition, Wiley, 2011.
- K.-C. Huang and Z. Wang, "Millimeter Wave Communication Systems", Wiley-IEEE, 2011.
- M. Golio, "RF and Microwave Handbook", 2nd Edition, CRC Press, 2008.
- T.S. Laverghetta, "Microwaves and Wireless Simplified", 2nd Edition, Artech House, 2005.
- W.F. Egan, "Practical RF System Design", IEEE-Wiley, 2003.
- D.K. Misra, "Radio-Frequency and Microwave Communication Circuits: Analysis and Design", Wiley, 2001.

- A.I. Kozlov, L.P. Ligthart, and A.I. Logvin, "Mathematical and Physical Modelling of Microwave Scattering and Polarimetric Remote Sensing: Monitoring the Earth's Environment Using Polarimetric Radar: Formulation and Potential Applications", Springer, 2001.
- K. Chang, "RF and Microwave Wireless Systems", Wiley, 2000.
- T.S. Laverghetta, "Microwave Materials and Fabrication Techniques", 3rd Edition, Artech House, 2000.
- B. Razavi, "RF Microelectronics", Prentice Hall, 1998.
- B.Z. Katsenelenbaum, L. Mercader del Rio, M. Pereyaslavets, M. Sorolla Ayza, and M. Thumm, "Theory of Nonuniform Waveguides – The Cross-Section Method", IEE, 1998.
- K.C. Gupta, R. Garg, I. Bahl and P. Bhartia, "Microstrip lines and slotlines", 2nd Edition, Artech House, 1996.
- P. Vizmuller, "RF Design Guide: Systems, Circuits, and Equations", Artech House, 1995.
- G. Roussy and J.A. Pearce, "Foundations and Industrial Applications of Microwaves and Radio Frequency Fields – Physical and Chemical Processes", 1st Edition, Wiley, 1995.
- ARRL, "The ARRL UHF / Microwave Projects Manual – Vol. 2", ARRL, 1994.
- R.G. Winch, "Telecommunication Transmission Systems: Microwave, Fiber Optic, Mobile Cellular Radio, Data, and Digital Multiplexing", McGraw Hill, 1993.
- G.H. Bryant, "Principles of Microwave Measurements", Revised Edition, IEEE, 1993.
- B.L. Smith and M.-H. Carpentier, Eds., "The Microwave Engineering Handbook – Vol. II: Microwave Circuits, Antennas and Propagation", Van Nostrand Reinhold, 1993.
- B.L. Smith and M.-H. Carpentier, Eds., "The Microwave Engineering Handbook – Vol. I: Microwave Components", Springer, 1992.
- R.E. Collin, "Foundations for Microwave Engineering", 2nd Edition, McGraw Hill, 1992.
- D.A. Olver, "Microwave and Optical Transmission", Wiley, 1992.
- S.F. Mahmoud, "Electromagnetic Waveguides: Theory and Applications", IEE, 1991.
- R.E. Collin, "Field Theory of Guided Waves", 2nd Edition, Wiley-IEEE Press, 1990.
- T. Itoh, "Numerical Techniques for Microwave and Millimeter-Wave Passive Structures", Wiley, 1989.
- A. Fantom, "Radio Frequency and Microwave Power Measurement", IEE, 1989.
- S. Ramo, J.R. Whinnery, and T.V. Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley, New York 1984.
- N. Marcuvitz, "Waveguide Handbook", Dover Publications, 1965.

- *Συναφή επιστημονικά περιοδικά:*

- IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques (IF=3.176)
- IEEE Microwave and Wireless Components Letters (IF=2.169)
- IET Microwaves, Antennas and Propagation (IF=1.739)
- Microwave and Optical Technology Letters, Wiley (IF=0.948)
- International Journal of Microwave and Wireless Technologies, EuMA (IF=0.745)
- Microwave Journal (IF=0.212)
- Microwaves & RF, Magazine