

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ Β ΕΞΑΜΗΝΟΥ

B1. Επιστήμη, Τεχνολογία και Κοινωνία (Science, Technology and Society)

Περιεχόμενο μαθήματος: Μάθημα εισαγωγής στο διεπιστημονικό πεδίο Επιστήμη, Τεχνολογία, Κοινωνία, γνωστό και ως Σπουδές Επιστήμης και Τεχνολογίας (Science, Technology, Society or Science and Technology Studies – STS).

Το πεδίο αυτό αξιοποιεί συμβολές από ένα εύρος προσεγγίσεων από την Ιστορία, Κοινωνιολογία, Φιλοσοφία και Ανθρωπολογία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, την Επιστημονική και Τεχνολογική Πολιτική, την Ερευνητική Πολιτική, την Πολιτική για την Έρευνα και την Ανάπτυξη, την Βιομηχανική Πολιτική, τα Οικονομικά της Τεχνολογίας, καθώς και αρκετά διεπιστημονικά πεδία: Σπουδές Φύλου, Περιβαλλοντικές Σπουδές, Σπουδές Καινοτομίας, Σπουδές Δικαίου, Σπουδές Διακυβέρνησης, Σπουδές Διακινδύνευσης, Σπουδές Αναπηρίας. Θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην αξιοποίηση του διεπιστημονικού αυτού πεδίου για την κατανόηση ζητημάτων που σχετίζονται με τις μεγάλες προκλήσεις της εποχής μας: καταστροφή της φύσης, εικονοποίηση της πραγματικότητας, παρέμβαση στη φύση μέσω βιοεπιστημών / βιοτεχνολογίας.

Επιμέρους κεφάλαια που καλύπτονται στο μάθημα:

(α) Καινοτομία και Επιχειρηματικότητα (Μελέτη του ανταγωνιστικού περιβάλλοντος, Στρατηγική των επιχειρήσεων και στρατηγική καινοτομίας, Καινοτομία και ο κύκλος ζωής των προϊόντων, Κουλτούρα και καινοτομία, Τυπολογίες ηγεσίας και καινοτομία, Θεωρίες πολυπλοκότητας σχεδιασμός και καινοτομία, Συστημική σκέψη, Διεθνής ανταγωνισμός και καινοτομία, Εισαγωγή νέου προϊόντος, Τύποι και μορφές χρηματοδότησης μιας νέας επιχείρησης, Δεξιότητες και τρόπος σκέψης του επιχειρηματία).

(β) Πράσινη Ανάπτυξη, Ανακύκλωση & Κυκλική Οικονομία (Αρχές αειφορίας, πράσινη ανάπτυξη, βιομηχανική οικολογία, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών και ενέργειας, κυκλική οικονομία, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά απόβλητα (WEEE), περιβαλλοντική προστασία, ευρωπαϊκοί και διεθνείς κανονισμοί (RoHS, WEEE), συμμόρφωση και προοπτικές σε διεθνές και εθνικό επίπεδο.

(γ) Δίκαιο, Οικονομία και Ηθική στην επιλογή εναλλακτικών έργων Ηλεκτρολόγου Μηχανικού.

B2. Ιστορία της Τεχνολογίας – Τεχνολογίες του μέλλοντος και Προκλήσεις

Περιεχόμενο μαθήματος: Μάθημα εισαγωγής στην ιστορία της τεχνολογίας, εστιασμένο στους αιώνες της νεωτερικότητας, το οποία όμως περιλαμβάνει και σύγκριση με άλλες περιόδους (ειδικά την ελληνική και ελληνιστική αρχαιότητα). Καλύπτει εισαγωγικά το Αναγεννησιακό 'Θέατρο των Μηχανών', τον πειραματισμό με τις ατμομηχανές κατά τον Διαφωτισμό, την εισαγωγή της έννοιας 'τεχνολογία' με την εδραίωση της Βιομηχανικής Επανάστασης (ατμός), την διευρυμένη αναπαραγωγή του προτύπου της ατμομηχανής μέσω της ηλεκτρογεννήτριας και του ηλεκτρονικού υπολογιστή, παράλληλα με την επιμήκυνση και σύνδεση των κυκλωμάτων ατομικών μηχανών σε δίκτυα, στο πλαίσιο αυτού που περιγράφεται συχνά ως Δεύτερη (Ηλεκτρισμός) και Τρίτη (Πληροφορία) τεχνολογική επανάσταση.

Το μάθημα καλύπτει αναλυτικά την ιστορία των μηχανικών, με έμφαση στην ιστορία των Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών μηχανικών. Θα μελετηθεί η ιστορία της διαμόρφωσης των αντικειμένων, των εννοιών και των πρακτικών των Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών μηχανικών, η ιστορία των εκπαιδευτικών, επιστημονικών, επαγγελματικών (επιμελητήρια) και άλλων (κράτος, επιχειρήσεις) θεσμών με τους οποίους συνδέθηκαν, καθώς και η ιστορία των ζητημάτων και των ιδεολογιών που τους απασχόλησαν, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.

Τέλος το μάθημα καλύπτει τις αναδυόμενες τεχνολογίες που θεωρείται ότι θα επικρατήσουν στο άμεσο μέλλον, όπως νανοτεχνολογία, βιολογικοί υπολογιστές, αεροδιαστημική τεχνολογία, εικονική παρουσία, κ.α., και τις προκλήσεις για την κοινωνία και το άτομο που φέρνουν μαζί τους.

B3. Συσχεδίαση Λογισμικού Υλικού και Συστήματα Πραγματικού Χρόνου (Hardware Software Co-Design and Real Time Systems)

Περιεχόμενο μαθήματος: Στο μάθημα αυτό καλύπτονται οι ακόλουθες θεματικές ενότητες :α) Μεθοδολογίες συν-ανάπτυξης υλικού και λογισμικού (HW/SW co-development) με παραδείγματα από το πεδίο των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων. Θα δειχθούν τα επίπεδα συν-σχεδιασμού υλικού και λογισμικού των τηλεπικοινωνιακών συστημάτων σε υψηλό επίπεδο (high level), σε μεσαίο επίπεδο (register transfer level) και σε χαμηλό επίπεδο (low level), τα επίπεδα συν-προσομοίωσης (co-simulation) και συν-ανάπτυξης. Η έμφαση θα είναι στα επίπεδα του LINK layer, του MAC layer και του PHYSICAL layer, β) Αρχιτεκτονική και προγραμματισμός επεξεργαστών μειωμένου συνόλου εντολών (RISC) και ειδικότερα του επεξεργαστή ARM καθώς και αρχιτεκτονική συστημάτων βασισμένων σε έναν ή περισσότερους επεξεργαστές και συν-ανάπτυξη με ειδικού σκοπού επεξεργαστές ψηφιακών σημάτων (DSP hardware), γ) Προγραμματισμός σε γλώσσα C προσανατολισμένος στην ανάπτυξη λογισμικού για ενσωματωμένα συστήματα πραγματικού χρόνου και δ) Αρχές λειτουργικών συστημάτων πραγματικού χρόνου (RTOS). Ειδικότερα θα δειχθούν τα χαρακτηριστικά πυρήνων λειτουργικών συστημάτων (kernels), λογισμικού οδηγών συσκευών (drivers) και δρομολογητών διεργασιών πραγματικού χρόνου (RT schedulers).

B4 Ευφυείς Κεραίες και Διάδοση 4G/5G (Smart Antennas and 4G/5G Propagation)

Περιεχόμενο μαθήματος: Το μάθημα έχει ως στόχο να καλύψει τις σύγχρονες τάσεις της τεχνικής στην σχεδίαση και χρήση προσαρμοζόμενων (ευφυών) κεραιοσυστημάτων που βρίσκουν εφαρμογή στην αντιμετώπιση των διαλείψεων πολυδιαδρομικής διάδοσης αλλά και στην εκμετάλλευση της τελευταίας με σκοπό την αναβάθμιση της χωρητικότητας του καναλιού και την επίτευξη υψηλών ρυθμών μετάδοσης μέσω συστημάτων πολλαπλών εισόδων/εξόδων (MIMO). Εξετάζονται ζητήματα διάδοσης στα πεδία του χώρου, της καθυστέρησης άφιξης και του χρόνου, σε συμβατικά και ευρυζωνικά ασύρματα και κινητά κανάλια (spatio-temporal channel modeling) καθώς και κανάλια επικοινωνιών 4^{ης} και 5^{ης} γενιάς (4G και 5G). Τέλος, παρουσιάζονται νέες υπηρεσίες βασιζόμενες στην τεχνολογία των ευφυών κεραιών, όπως η εκτίμηση της γωνίας άφιξης του σήματος και ο εντοπισμός θέσης, σχήματα πολλαπλής πρόσβασης στο πεδίο του χώρου (SDMA) κ.ο.κ. Αναλυτικά, το περιεχόμενο του μαθήματος έχει ως εξής: α) Στοιχειοκεραίες και ευφυείς (προσαρμοζόμενες) κεραίες. Κεραίες μεταγωγής λοβού (switched-beam), phased arrays και πλήρως προσαρμοζόμενες κεραίες, κεραίες ψηφιακής

μορφοποίησης διαγράμματος ακτινοβολίας. Διαφορισιμότητα στο πεδίο του χώρου (space diversity), σχήματα πολλαπλής πρόσβασης στο πεδίο του χώρου (SDMA), εξυπηρέτηση πολλαπλών χρηστών και καταπολέμηση παρεμβολών. Βελτίωση εμβέλειας και χωρητικότητας επικοινωνίας, β) Μοντελοποίηση ασύρματου και κινητού καναλιού στα πεδία του χώρου, της καθυστέρησης άφιξης και του χρόνου. Το κανάλι ως χωρο-χρονομεταβλητό τυχαίο διάνυσμα και μοντέλα κατανομής πυκνότητας πιθανότητας για την εκτίμηση των φαινομένων εξασθένησης και διαλείψεων μεγάλης και μικρής κλίμακας. Το κανάλι WSSUS-HO (στατικό με την ευρεία έννοια, ομοιογενές κανάλι ασυσχέτιστης σκέδασης), γ) Συμβατικά και ευρυζωνικά κανάλια επικοινωνιών. Υπηρεσίες κινητών επικοινωνιών 4^{ης} και 5^{ης} γενιάς. Ζώνες συχνοτήτων επικοινωνιών και μοντέλα διάδοσης καναλιών 4G και 5G. Έμφαση δίδεται σε ζητήματα μετρήσεων και μοντελοποίησης της διάδοσης στις 5G χιλιοστομετρικές συχνότητες. Στο πλαίσιο αυτό θα εξετασθούν τα φαινόμενα των απωλειών διάδοσης και διαλείψεων μεγάλης (απώλειες σκίασης), και μικρής κλίμακας (χωρο-χρονικό προφίλ λαμβανόμενου σήματος,) και αποπόλωσης σε συνάρτηση με παράγοντες όπως η γωνία άφιξης και αναχώρησης, η συχνότητα λειτουργίας, η οπτική ή η μή επαφή καθώς και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος λειτουργίας, δ) Κανάλια πολλαπλών εισόδων και εξόδων (SIMO, MISO και MIMO). Χωρητικότητα καναλιού. Εκπομπή και λήψη σε κανάλια MIMO και ο αλγόριθμος water-routing, ε) Υπολογισμός ηλεκτρικού πεδίου και διαγράμματος ακτινοβολίας στοιχείου και στοιχειοκεραίας. Σύζευξη κεραιών και στοιχείων, ασυσχέτιστη εκπομπή και λήψη. Κυκλωματικά μοντέλα κεραιών, ίδια και αμοιβαία αντίσταση στοιχείων, μήτρα αντιστάσεων στοιχειοκεραίας, ενσωματωμένα διαγράμματα ακτινοβολίας στοιχείων, στ) Αλγόριθμοι μορφοποίησης διαγράμματος ακτινοβολίας (MVDR, MMSE, max SNR, eigenvector). Δέκτες μέγιστης πιθανοφάνειας και ο δέκτης V-BLAST, ζ) Αλγόριθμοι εκτίμησης της γωνίας άφιξης σήματος και ανακλάσεων αυτού (Caron, MUSIC, ESPRIT, χρήση γενετικών αλγορίθμων). Μέτρηση της απόστασης με χρήση μοντέλων διάδοσης ή/και μέτρηση του χρόνου άφιξης. Συστήματα εντοπισμού θέσης, ελλειπτικά και υπερβολικά συστήματα εντοπισμού.

B5. Ασύρματα Δίκτυα Δεδομένων (Wireless Data Networks)

Περιεχόμενο μαθήματος: Το περιεχόμενο του μαθήματος έχει ως στόχο να καλύψει τα πλέον κρίσιμα ζητήματα έρευνας και βιομηχανικής υλοποίησης που αφορούν στα σύγχρονα ασύρματα δίκτυα δεδομένων. Σε αυτό το πλαίσιο θα πραγματοποιηθεί μία επισκόπηση των αρχιτεκτονικών δικτύου και πρωτοκόλλων των 802.11 WLAN δικτύων (Wireless Local Area Networks 802.11) καθώς και των ασύρματων δικτύων ειδικού σκοπού όπως τα MANET (Mobile Ad-Hoc Networks) και WSN (Wireless Sensor Networks). Για κάθε ένα από τους προαναφερόμενους τύπους δικτύου η έμφαση θα δοθεί στα ερευνητικά και θεωρητικά ζητήματα που απασχολούν καθώς και στις σύγχρονες τάσεις σε ότι αφορά τις βιομηχανικές υλοποιήσεις. Σε ότι αφορά τα WLAN θα εξετασθούν: α) στο φυσικό στρώμα η σύνθεση τεχνολογιών όπως οι MIMO, OFDM, FEC κωδικοποίησης καθώς και η ασύρματη διεπαφή στα 60 GHz, β) στο στρώμα Ζεύξης (Link Layer) ζητήματα ποιότητα υπηρεσίας (QoS) και ασφάλειας δικτύων (Authentication/Ciphering), γ) στο στρώμα Δικτύου (Network Layer) ζητήματα κινητικότητα (mobile IP) και handover (802.21) και τέλος δ) στο στρώμα Μεταφοράς (Transport Layer) ζητήματα που αφορούν την προσαρμογή των ενσύρματων TCP/UDP πρωτοκόλλων στις ιδιαιτερότητες των ασύρματων δικτύων. Σε ότι αφορά τα MANET δίκτυα θα εξεταστούν ζητήματα: α) δρομολόγησης σε ad-hoc αρχιτεκτονικές δικτύων (Proactive-Reactive στρατηγικές δρομολόγησης), β) Peer to Peer δικτύωσης (Distributed Hash Tables) καθώς γ) Ασφάλειας δικτύων. Τέλος, σε ότι αφορά τα WSN δίκτυα θα εξεταστούν, μέσα από το

πρίσμα των ιδιαίτερων περιορισμών που αφορούν στην ενεργειακή κατανάλωση, το υπολογιστικό κόστος, τη περιορισμένη μνήμη καθώς και την ad-hoc και επεκτάσιμη αρχιτεκτονική αυτών των δικτύων: α) τεχνικές μετάδοσης στο φυσικό στρώμα σε συνάρτηση με την ενεργειακή κατανάλωση, την εμβέλεια και την ταχύτητα μετάδοσης, β) αρχιτεκτονικές WSN δικτύων (clustered/layered), τεχνικές MAC/Link Layer και δρομολόγησης/διάχυσης/Συλλογής των δεδομένων-μετρήσεων σε συνάρτηση με την ενεργειακή κατανάλωση, το μεταβλητό πληθυσμό των κόμβων, την έλλειψη συγχρονισμού κοκ, γ) τεχνικές εντοπισμού θέσης (Location Discovery), δ) μεθοδολογίες προσδιορισμού/εκτίμησης της κάλυψης (Voronoi διαγράμματα, Delaunay Triangulation, Αλγόριθμος Dijkstra) και τέλος ε) σύγχρονες βιομηχανικές υλοποιήσεις (ZigBee, LoRA).

B6. Ραδιοεπικοινωνίες μέσω λογισμικού (Software Defined Radio)

Περιεχόμενο μαθήματος: Σκοπός του μαθήματος είναι η εμβάθυνση στην μεθοδολογική προσέγγιση της σχεδίασης και υλοποίησης τηλεπικοινωνιακών υποσυστημάτων μέσω λογισμικού και κατάλληλων αναπτυξιακών εργαλείων και πλατφόρμων υλικού, όπως π.χ., FPGA, SDR boards, DSP boards κ.α. Το μάθημα εστιάζει στο φυσικό επίπεδο της δικτυακής διαστρωμάτωσης, μελετώντας συνολικά τα επιμέρους υποσυστήματα που απαρτίζουν την σύγχρονη αρχιτεκτονική του ψηφιακού μοντέλου τηλεπικοινωνιακού συστήματος (Digital Radio) και των τεχνικών υλοποίησης μέσω λογισμικού (Software Defined Radio – SDR). Ειδικότερα, στο πλαίσιο του μαθήματος γίνεται επισκόπηση των βασικών αρχών της ψηφιακής επεξεργασίας σήματος ως εργαλείο των ψηφιακών επικοινωνιών και της υλοποίησης με εργαλεία λογισμικού όπως π.χ. Matlab/Simulink. Εξετάζονται η δομή και οι βασικές αρχές του ψηφιακού μοντέλου τηλεπικοινωνιακού συστήματος (Digital Radio) και των τεχνικών υλοποίησης μέσω λογισμικού (Software Defined Radio – SDR) και σύνδεση με την ψηφιακή επεξεργασία σήματος. Μελετώνται η αρχιτεκτονική πομποδέκτη Software Defined Radio, οι τρόποι αναπαράστασης σημάτων και η ψηφιακή υλοποίηση τηλεπικοινωνιακών υποσυστημάτων σε πλατφόρμες λογισμικού Matlab/Python/C++ σε ειδικά συστήματα υλικού FPGA-based SDR development boards (όπως π.χ. Ettus, Adalm Pluto κτλ.). Πραγματοποιείται πειραματική υλοποίηση και επίδειξη εφαρμογών σε διαμορφώσεις και αποδιαμορφώσεις και κατόπιν εξετάζονται προηγμένα θέματα ψηφιακής υλοποίησης υποσυστημάτων όπως διαμορφώσεις πολλαπλών φερόντων (π.χ., OFDM), εκτίμηση και διόρθωση καναλιού στο πεδίο του χρόνου και της συχνότητας, συγχρονισμός, εκτίμηση απόκλισης και διόρθωσης φάσης και συχνότητας φέροντος κτλ.

B7. Μετρήσεις και Ηλεκτρομαγνητική Συμβατότητα Τηλεπικοινωνιακών Συστημάτων (Measurements and Electromagnetic Compatibility of Telecommunication Systems)

Περιεχόμενο μαθήματος: Το μάθημα έχει ως αντικείμενο το ευρύτερο πεδίο των τηλεπικοινωνιακών μετρήσεων, είτε αυτό εξειδικεύεται με τη μορφή στοχευμένων μετρήσεων είτε με τη συνδυασμένη μορφή, την οποία αυτές λαμβάνουν στην περίπτωση των διαδικασιών συμμόρφωσης με πρότυπα Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας. Στο πλαίσιο του μαθήματος δίδεται έμφαση τόσο στην ακαδημαϊκή/επιστημονική τεκμηρίωση, όσο και στη διαδικαστική πλευρά της διεξαγωγής των μετρήσεων και της επεξεργασίας των σχετικών δεδομένων. Το αντικείμενο του μαθήματος περιλαμβάνει την ανάλυση των πηγών θορύβου, μετρήσεις BER, τη μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων παρεμβολών και της τήρησης των απαιτήσεων της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας

(EMC), στο σχεδιασμό ηλεκτρομαγνητικά συμβατών τηλεπικοινωνιακών κυκλωμάτων και συστημάτων. Ειδικότερα, το μάθημα καλύπτει θεματικές ενότητες όπως η θωράκιση, η ηλεκτρομαγνητική προστασία καλωδιώσεων, η χρήση φίλτρων, η αγώγιμη και η ακτινοβολούμενη παρεμβολή, οι γειώσεις ηλεκτρονικών τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και συσκευών. Στο εργαστηριακό μέρος του μαθήματος, πρόκειται να εξετασθούν διατάξεις και μέθοδοι μετρήσεων κεραιών σε ανηχοϊκό θάλαμο, μετρήσεις εκπομπής από συσκευές και εξέταση των ορίων εκπομπής σύμφωνα με Ευρωπαϊκά πρότυπα. Θα εξετασθούν, ζητήματα ατρωσίας, είτε σε περιπτώσεις αγώγιμης παρεμβολής συσκευών μέσω γεννητριών και κατάλληλων διατάξεων σύζευξης με την γραμμή τροφοδοσίας είτε σε περιπτώσεις ακτινοβολούμενων εκπομπών.

B8. Προηγμένα Συστήματα Οπτικών Επικοινωνιών (Advanced Optical Communication Systems)

Περιεχόμενο μαθήματος: Το μάθημα έχει ως στόχο να παρέχει στους φοιτητές τις απαραίτητες γνώσεις για την σχεδίαση και λειτουργία συστημάτων επικοινωνιών που χρησιμοποιούν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην ζώνη συχνοτήτων του φωτός, καθώς και εξειδικευμένες γνώσεις για προηγμένα συστήματα οπτικής μετάδοσης. Η ύλη χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει την ενότητα των τηλεπικοινωνιακών δικτύων οπτικών ινών με πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Wavelength Division Multiplexing, WDM). Εδώ αναλύονται οι οπτικές ίνες ως μέσο διάδοσης (τρόπος διάδοσης φωτός, ιδιότητες, φαινόμενα), τα βασικά δομικά στοιχεία των δικτύων οπτικών ινών (πηγές, δέκτες, ενισχυτές κτλ), τις διάφορες παραλλαγές των δικτύων WDM καθώς και τον σχεδιασμό τους με διαχείριση εξασθένισης και διασποράς. Στην ενότητα επίσης περιλαμβάνονται σύγχρονες τάσεις όπως τα παθητικά οπτικά δίκτυα (Passive Optical Networks, PONs) και η χρήση τους σε δίκτυα πρόσβασης με τεχνολογίες FTTH. Τέλος το πρώτο μέρος περιέχει την περιγραφή και ανάλυση συστημάτων οπτικής διάδοσης σε ελεύθερο χώρο (Free-Space Optical communication, FSO).

Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται ειδικά θέματα οπτικών επικοινωνιών τα οποία αφορούν σύγχρονες τεχνολογίες ή/και τεχνολογίες μελλοντικών συστημάτων. Εξετάζεται η οπτική πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (Optical Time Division Multiplexing, OTDM) η οποία αναμένεται να επιφέρει σημαντική αύξηση στην χωρητικότητα των συστημάτων μετάδοσης με οπτική ίνα. Επίσης, παρουσιάζονται οι αρχές λειτουργίας της τεχνολογίας Microwave Photonics όπως η μετάδοση σημάτων RF με οπτική ίνα για συστήματα ασύρματων/κινητών επικοινωνιών (Radio Over Fiber, ROF).