ΣΧΟΛΗ	Μηχανικών		
ΤΜΗΜΑ	Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Προπτυχιακό		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΕΕ.9-3.2	**ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ**	9
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Ευφυής Έλεγχος		

ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ *σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων*	**ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**	**ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ**
Διαλέξεις	4	5
Εργαστηριακές Ασκήσεις	0	
Σύνολο	4	
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο 4.		

ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ *Υποβάθρου , Γενικών Γνώσεων, Επιστημονικής Περιοχής, Ανάπτυξης Δεξιοτήτων*	Μάθημα Εμβάθυνσης-Εμπέδωσης Γνώσεων Ειδικότητας
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	ΟΧΙ
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	www.eee.uniwa.gr

1. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

- *Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης*
- *Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και Παράρτημα Β*
- *Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων*

Σκοπός του μαθήματος είναι η εμβάθυνση σε προχωρημένες έννοιες και τεχνικές αυτομάτου ελέγχου. Έμφαση δίνεται στις τεχνικές ευφυούς ελέγχου και στο πως αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με μεθόδους εύρωστου και προσαρμοστικού ελέγχου.

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής / τρια θα διαθέτει εξειδικευμένες γνώσεις αιχμής στο πεδίο του ευφυούς ελέγχου, με βάση τις οποίες θα είναι σε θέση να:

- Αντιλαμβάνεται κριτικά τις σύγχρονες τάσεις στο επιστημονικό πεδίο του ευφυούς ελέγχου και τη διασύνδεσή τους με την επιστήμη του Ηλεκτρολόγου και Ηλεκτρονικού Μηχανικού
- Κατανοεί τις έννοιες και τις βασικές αρχές των συστημάτων ευφυούς, εύρωστου και προσαρμοστικού ελέγχου
- Πραγματοποιεί αναγνώριση γραμμικών και μη γραμμικών συστημάτων με

χρονικά αναλλοίωτα δυναμικά μοντέλα και με προσαρμοστικά δυναμικά μοντέλα

- Αναπτύσσει και να σχεδιάζει συστήματα αυτομάτου ελέγχου που βασίζονται στα νευρωνικά δίκτυα, την ασαφή λογική και τις μεταευρετικές μεθόδους αναζήτησης
- Αναπτύσσει και να σχεδιάζει συστήματα ελέγχου προβλεπτικού μοντέλου
- Αναπτύσσει και να σχεδιάζει προσαρμοστικά συστήματα ελέγχου
- Επιδεικνύει εξειδικευμένες δεξιότητες, υιοθετεί καινοτομικές λύσεις και αναπτύσσει νέα γνώση στο πεδίο του ευφυούς ελέγχου, ενσωματώνοντας γνώση από τα συναφή πεδία των συστημάτων αυτομάτου ελέγχου και της υπολογιστικής νοημοσύνης
- Αντιλαμβάνεται, αξιολογεί συγκριτικά και τεκμηριώνει τα σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εναλλακτικών λύσεων για το σχεδιασμό συστημάτων ευφυούς ελέγχου

Γενικές Ικανότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα;.

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις
Λήψη αποφάσεων
Αυτόνομη εργασία
Ομαδική εργασία
Εργασία σε διεθνές περιβάλλον
Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον
Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών
Σχεδιασμός και διαχείριση έργων
Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα
Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον
Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας και ευαισθησίας σε θέματα φύλου
Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

- Αυτόνομη Εργασία
- Ομαδική Εργασία
- Σχεδιασμός και Διαχείριση Έργων
- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών
- Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής
- Λήψη αποφάσεων
- Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

2. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Ενότητα 1: Ασαφής έλεγχος (1η και 2η Εβδομάδα)
Στην ενότητα παρουσιάζονται τεχνικές για το σχεδιασμό ασαφών ελεγκτών με έμφαση σε ασαφείς ελεγκτές τύπου PI, PD και PID. Επίσης, παρουσιάζεται η επίδραση της ασαφοποίησης και της αποασαφοποίησης στα χαρακτηριστικά της μεταβατικής απόκρισης τους ελεγκτή. Στα πλαίσια της της ρύθμισης παραμέτρων, επίσης μελετάται ο σχεδιασμός της βάσης κανόνων του ασαφούς ελεγκτή και η επίδρασή του στην απόκριση του συστήματος.

Ενότητα 2: **Δυναμικά μοντέλα και νευρωδυναμική** (3η και 4η Εβδομάδα)
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα δυναμικά μοντέλα τύπου ARX, ARMAX και η αναγνώριση μοντέλων τύπου NARMAX με νευρωνικά δίκτυα. Μελετώνται επίσης οι καταστάσεις ισορροπίας τέτοιων μοντέλων, οι ελκυστές και τα χαοτικά συστήματα.

Ενότητα 3: **Αντίστροφος νευρωνικός έλεγχος** (5η και 6η Εβδομάδα)
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η χρήση νευρωνικών δικτύων για την προσέγγιση της αντίστροφης δυναμικής μη γραμμικών συστημάτων και στη συνέχεια η χρήση των μοντέλων που προκύπτουν ως απ' ευθείας ελεγκτές. Μελετώνται η ευστάθεια και η ευρωστία των συστημάτων που προκύπτουν.

Ενότητα 4: **Ρύθμιση παραμέτρων ελεγκτών με χρήση μεταευρετικών μεθόδων αναζήτησης** (7η Εβδομάδα)
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η χρήση μεταευρετικών μεθόδων αναζήτησης για τη ρύθμιση παραμέτρων (tuning) ελεγκτών. Αναλύεται η χρήση μεθόδων όπως οι γενετικοί αλγόριθμοι και η βελτιστοποίηση σμήνους σωματιδίων για την ρύθμιση παραμέτρων κλασικών ελεγκτών PID, αλλά και ελεγκτών βασισμένων σε νευρωνικά δίκτυα και ασαφή λογική.

Ενότητα 5: **Έλεγχος προβλεπτικού μοντέλου για γραμμικά συστήματα – η μέθοδος ελέγχου δυναμικού μητρώου** (8η και 9η Εβδομάδα)
Στην ενότητα αυτή γίνεται μια ανασκόπηση στις αρχές βέλτιστου ελέγχου και παρουσιάζεται η τεχνική ελέγχου προβλεπτικού μοντέλου (model predictive control, MPC). Αναλύονται οι έννοιες του προβλεπτικού μοντέλου, του ορίζοντα πρόβλεψης και του ορίζοντα ελέγχου. Επίσης μελετώνται ο σχηματισμός της αντικειμενικής συνάρτησης, η επίλυση του προβλήματος βελτιστοποίησης και η εισαγωγή περιορισμών. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μέθοδος ελέγχου δυναμικού μητρώου (dynamic matrix control, DMC) για γραμμικά συστήματα.

Ενότητα 6: **Έλεγχος προβλεπτικού μοντέλου για μη γραμμικά συστήματα** (10η Εβδομάδα)
Στην ενότητα αυτή η τεχνική ελέγχου προβλεπτικού μοντέλου επεκτείνεται για τον έλεγχο μη γραμμικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τεχνικές έμμεσου ελέγχου με χρήση νευρωνικών δικτύων ως δυναμικά προβλεπτικά μοντέλα. Στη συνέχεια αναλύεται η ευρωστία συστημάτων ελέγχου προβλεπτικού μοντέλου. Τέλος μελετώνται υπολογιστικά θέματα για την πρακτική υλοποίηση συστημάτων ελέγχου προβλεπτικού μοντέλου και παρουσιάζονται τεχνικές για την επίσπευση της επίλυσης του προβλήματος βελτιστοποίησης.

Ενότητα 7: **Προσαρμοστικά μοντέλα** (11η και 12η Εβδομάδα)
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η έννοια του χρονικά μεταβαλλόμενου συστήματος. Στη συνέχεια εισάγεται η έννοια του γραμμικού προσαρμοστικού μοντέλου και παρουσιάζεται ο αλγόριθμος αναδρομικών ελαχίστων τετραγώνων (recursive least squares, RLS). Έπειτα, παρουσιάζονται τεχνικές για την ανάπτυξη μη γραμμικών προσαρμοστικών μοντέλων με χρήση νευρωνικών δικτύων.

Ενότητα 8: **Προσαρμοστικός έλεγχος** (12η και 13η Εβδομάδα) Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τεχνικές για τον προσαρμοστικό έλεγχο συστημάτων. Μελετάται το πρόβλημα της ταυτόχρονης αναγνώρισης μοντέλου και αυτομάτου ελέγχου και παρουσιάζεται η τεχνική της συνεχούς διέγερσης (persistent excitation). Τέλος, παρουσιάζονται αυτοπροσαρμοζόμενοι αλγόριθμοι αυτομάτου ελέγχου με γραμμικά μοντέλα, αλλά και με χρήση νευρωνικών δικτύων και ασαφούς λογικής.

3. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ *Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.*	• Πρόσωπο με πρόσωπο
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ *Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές*	• Χρήση των πακέτων “Neural Network toolbox” και “Fuzzy Logic toolbox”του Matlab για την υλοποίηση μεθόδων ευφυούς ελέγχου. • Χρήση του πακέτου “Model Predictive Control toolbox” για την υλοποίηση συστημάτων ελέγχου προβλεπτικού μοντέλου • Χρήση του λογισμικού Simulink για υλοποίηση δυναμικών προσομοιώσεων συστημάτων ευφυούς ελέγχου • Επικοινωνία με τους φοιτητές μέσω της ενότητας συζητήσεων του eclass
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ *Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.* *Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.* *Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης ώστε ο συνολικός φόρτος εργασίας σε επίπεδο εξαμήνου να αντιστοιχεί στα standards του ECTS*	Η διδασκαλία οργανώνεται σε διαλέξεις, ασκήσεις/εργασία και μελέτη. *Δραστηριότητα* — *Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου* Διαλέξεις — 52 Ομαδικές εργασίες που αφορούν στην ανάπτυξη, προσομοίωση, ανάλυση και σχεδιασμό συστημάτων ευφυούς ελέγχου — 50 Αυτοτελής Μελέτη — 48 **Σύνολο Μαθήματος** — **150**
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ *Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης* *Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες* *Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.*	I. Γραπτή τελική εξέταση που περιλαμβάνει: - Ερωτήσεις σύντομης απάντησης - Επίλυση προβλημάτων - Ερωτήσεις κρίσης II. Ομαδικές εργασίες στο σπίτι με αντικείμενο την ανάλυση και το σχεδιασμό συστημάτων ευφυούς ελέγχου

4. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική:

• Κινγκ Ρ., Ευφυής έλεγχος, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004

• Παρασκευόπουλος Π., Αναγνώριση Συστημάτων και Προσαρμοστικός Έλεγχος, Αυτοέκδοση, 1992.

• Παρασκευόπουλος Π., Αυτόματος έλεγχος γραμμικών και μη γραμμικών συστημάτων συνεχούς και διακριτού χρόνου, Αυτοέκδοση, 2005.

• Κοσμίδου Όλγα, Εύρωστος έλεγχος δυναμικών συστημάτων, Εκδόσεις Γκιούρδα, 2009.

• Haykin, S., Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανές Μάθησης, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2010

• Τζιμόπουλος Χ., Παπαδόπουλος Β., Ασαφής λογική με εφαρμογές σε επιστήμες του μηχανικού, Εκδόσεις Ζήτη, 2013

• Ι. Θεοδώρου, Εισαγωγή στην Ασαφή Λογική, Εκδόσεις Τζιόλα, 2010

Ξενόγλωσση:

• Z.X. Cai, Intelligent Control: Principles, Techniques and Applications, World Scientific Publishing Company, 1998.

• Szederkényi, G., Lakner, R., Gerzson, M., Intelligent Control Systems: An Introduction with Examples, Springer, 2001

• Nguyen, H.T. Prasad, N.R., Walker, C.L. Walker E.A., A First Course in Fuzzy and Neural Control, Chapman and Hall/CRC, 2002.

• Omidvar , O., Elliott, D., Neural Systems for Control, Academic Press, 1997

• S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3rd edition, Prentice Hall

• S. Haykin, Neural networks, Englewood Cliffs, 2nd Edition NJ: Prentice-Hall

• T.J. Ross, Fuzzy Logic with Engineering Applications, 2nd Edition, Wiley

• K. Tanaka, An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications, Springer

• Jantzen, J., Foundations of Fuzzy Control: A Practical Approach, John Wiley & Sons, 2013

• D. E. Goldberg, Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wesley Professional

• Z. Michalewicz, Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer

-Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

• IEEE Transactions on Neural Networks

• IEEE Transactions on Automatic Control

• IEEE Transactions on Fuzzy Logic

• Intelligent Control and Automation

• Journal of intelligent and robotic systems

• IEEE Transactions on Fuzzy Systems

• Engineering Applications of Artificial Intelligence

• Expert Systems with Applications