

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ		Πολυτεχνική	
ΤΜΗΜΑ		Μηχανολόγων Μηχανικών	
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ		Προπτυχιακό	
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΕΠ0901	*3)(%0#&!+#+./0&	9°
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Μοντέρνα Θεωρία Ελέγχου		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη %#&.4)894)%#3.\$:~.;()<2=-(3>."@),%1"()*23.A,*9,-(3.*<\$:.A5.#(\$,(%0%(*23.4#567-3.)\$#524#5%)(.-5()/.@().%#.,B5#<#.%#&.4)894)5)@"6C%-.(3.-D7#4)7()/-3.E"-3.7(7,*)</)3.)*(.%#.,B5#<#.%05. \$,(%0%(*E5.4#505		*5-#()-,)*!& /4*!& -, -)!1\$,)! &	+,!'/,1*!& (#0)-*! &
Διαλέξεις, Ασκήσεις		5	6
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι 7(7)*%(*23.428#7#(.\$#&.""1,(4#\$#(B5%)(.\$-"(@"6G#5%)(.)5)<&%(*6.,%#. H:			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ "#%\$&'(\$)!*!+,-./0-!+-01,2-*! 3#.1456\$-./78!9,(.\$78*!;-)<58! =,<.\$4742-	Ειδικού Υποβάθρου / Κορμού		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	-		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και *3*)!*/06 &	Ελληνική ή Αγγλική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ;#,%*!& <=>?@A?&	Ναι (κατ' ιδίαν συναντήσεις)		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ (2%()#!&B A=C0	https://www.mie.uth.gr/?page_id=10831		

2. ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μαθησιακά Αποτελέσματα

9,(.>(&?\$-4@.!4@Q'51.@/;&!@#\$4,AB16@4@!4\$)!6@'76@4\$8!\$.!1)>/,(.6B-,8!>-01.,8*!C,<.D454,8!/!./@-D454,8!
/@4@AA7A\$)!.#,BC\$)!#\$)!@!@#\$/471\$)-!\$.!?\$454B8!6,4&!45-!.,#4):7!\$A\$/A7(215!4\$)!6@'76@4\$8E
F)6%\$)A,.)4,G4,!4\$!9@(&(456@!;!)

- Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με Πλαίσιο 9(\$1D-42-!4\$)!3)(2#@J/\$!K0(\$)!;-04@458!3/#@GC.)158
- 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 εισαγωγή των φοιτητών στις βασικές έννοιες των πολυμεταβλητών γραμμικών συστημάτων αυτομάτου ελέγχου στο χώρο των καταστάσεων, καθώς και η εμβάθυνση σε μοντέρνες μεθοδολογίες ανάλυσης και σχεδιασμού συστημάτων ελέγχου. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο σχεδιασμό ελεγκτών, εκτιμητών, και παρατηρητών κατάστασης, και τον προβλεπτικό έλεγχο συστημάτων με περιορισμούς καθώς και στην εφαρμογή τους σε μηχανολογικά συστήματα και διεργασίες. Το μάθημα προετοιμάζει τους φοιτητές για την μελέτη ειδικών θεμάτων στα δυναμικά συστήματα και την θεωρία ελέγχου όπως: μη-γραμμικός βέλτιστος έλεγχος, σθεναρός έλεγχος, προσαρμοστικός έλεγχος, υβριδικός έλεγχος, και αναγνώριση συστημάτων.

Έχοντας ολοκληρώσει επιτυχώς το μάθημα οι σπουδαστές θα είναι σε θέση να:

- Εργάζονται με πρότυπα κατάστασης και εξόδου για πολυμεταβλητά συστήματα ελέγχου.
- Αναλύουν την ελεγχσιμότητα και παρατηρησιμότητα πολυμεταβλητών γραμμικών συστημάτων
- Αναλύουν την ευστάθεια πολυμεταβλητών γραμμικών συστημάτων
- Αναλύουν την ευστάθεια μη-γραμμικών συστημάτων χρησιμοποιώντας συναρτήσεις Lyapunov.
- Σχεδιάζουν ελεγκτές ανάδρασης κατάστασης μέσω τοποθέτησης πόλων και γραμμικού τετραγωνικού ελέγχου.

• Σχεδιάζουν εκτιμητές του διανύσματος κατάστασης για ντετερμινιστικά συστήματα (τύπου Luenberger). • Σχεδιάζουν εκτιμητές του διανύσματος κατάστασης για στοχαστικά συστήματα (Kalman filters). • Σχεδιάζουν ελεγκτές ανάδρασης κατάστασης μέσω γραμμικού-γκουσιανού ελέγχου (Linear-quadratic-gaussian (LQG)) για στοχαστικά γραμμικά πολυμεταβλητά συστήματα. • Σχεδιάζουν εύρωστους ελεγκτές (H^∞ controller).	
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
• Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών • Λήψη αποφάσεων • Αυτόνομη εργασία • Ομαδική εργασία • Εφαρμογή της γνώσης στην πράξη • Παραγωγή νέων ερευνητικών ιδεών • Σχεδιασμός και διαχείριση έργων	

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

1. Εισαγωγή στα πολυμεταβλητά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και εφαρμογές. 2. Πρότυπα κατάστασης και εξόδου, ελεγκσιμότητα και παρατηρησιμότητα γραμμικών συστημάτων, δυαδικότητα, κανονικές μορφές και ελάχιστες πραγματώσεις. 3. Ευστάθεια γραμμικών και μη γραμμικών συστημάτων (ευστάθεια Lyapunov, ασυμπτωτική ευστάθεια). 4. Πρόβλημα σύνθεσης βέλτιστου ελέγχου, εξίσωση Hamilton-Jacobi-Bellman, προβλήματα ρύθμισης, παρακολούθησης, ελάχιστου χρόνου. 5. Ανάδραση κατάστασης πολυμεταβλητών γραμμικών συστημάτων, τοποθέτηση πόλων. 6. Γραμμικός-τετραγωνικός έλεγχος συνεχούς και διακριτού χρόνου. 7. Στοχαστικός (γραμμικός-τετραγωνικός) βέλτιστος έλεγχος, αρχή ισοδυναμίας βεβαιότητας. 8. Παρατηρητές κατάστασης, αναγνώριση συστημάτων και εκτίμηση παραμέτρων. 9. Εκτιμητές κατάστασης, Φίλτρο Kalman (γραμμικά και μη-γραμμικά συστήματα). 10. Ανατροφοδότηση εξόδου. 11. Εισαγωγή στον προβλεπτικό έλεγχο γραμμικών συστημάτων με περιορισμούς. 12. Ειδικά θέματα μοντέρνα ελέγχου (ευρωστία, σθεναρός έλεγχος, προσαρμοστικός έλεγχος). 13. Εισαγωγή στην ανάλυση και τον σχεδιασμό ψηφιακών συστημάτων.	
--	--

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.	Διαλέξεις σε αίθουσα διδασκαλίας. Πρόσωπο με πρόσωπο.
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές	• Χρήση του λογισμικού Simulink για σχεδίαση και δυναμική προσομοίωση συστημάτων αυτομάτου ελέγχου. • Σχεδίαση ελεγκτών με χρήση της εργαλειοθήκης "Control Toolbox" του Matlab. • Χρησιμοποίηση του διαδικτύου για την εύρεση πρόσθετων πληροφοριών για το μάθημα. • Επικοινωνία με τους φοιτητές μέσω της ενότητας

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	«Συζητήσεις» του eclass. <table><tr><th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr><tr><td>Διαλέξεις (Θεωρία)</td><td>40</td></tr><tr><td>Διαλέξεις (Φροντιστήριο)</td><td>12</td></tr><tr><td>Εργαστήριο</td><td>6</td></tr><tr><td>Ασκήσεις/Εργασίες στο σπίτι</td><td>42</td></tr><tr><td>Αυτοτελής μελέτη</td><td>50</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>150</td></tr></table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις (Θεωρία)	40	Διαλέξεις (Φροντιστήριο)	12	Εργαστήριο	6	Ασκήσεις/Εργασίες στο σπίτι	42	Αυτοτελής μελέτη	50			Σύνολο Μαθήματος	150
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου																
Διαλέξεις (Θεωρία)	40																
Διαλέξεις (Φροντιστήριο)	12																
Εργαστήριο	6																
Ασκήσεις/Εργασίες στο σπίτι	42																
Αυτοτελής μελέτη	50																
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.	Γραπτή τελική εξέταση (70%) Εργασίες/Ασκήσεις (30%) Περιγραφή: - Εργασίες: 6 σειρές προβλημάτων - 1-2 εργαστηριακές ασκήσεις ή εκπόνηση μικρής έκτασης υπολογιστικού θέματος εφαρμογής ελέγχου σε δυναμικό σύστημα (είναι δυνατή η εκπόνηση των εργαστηριακών ασκήσεων σε ομάδες φοιτητών)																

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :
 - Åström, K.J., Murray, R. M., "Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers," 2nd Edition, Princeton University Press, 2021.
 - Skogestad, S., Postlethwaite, I., "Multivariable Feedback Control, Analysis and Design," 2nd Edition. John Wiley and Sons, 2005.
 - Franklin, G. F., Powell, J. D., Emami-Naeini, A., "Feedback Control of Dynamic Systems," 8th Edition, Pearson, 2019.
 - Dorf R.C., Bishop R.H., "Modern Control Systems," 13th Edition, Prentice Hall, 2016.
 - Ogata, K., "Modern Control Engineering," 5th Edition, Prentice-Hall, 2011.
 - Zhou, K., Doyle, J. C., "Essentials of Robust Control," Prentice Hall, 1999.
 - Antsaklis, P. J., Michel, A., N., "A Linear Systems Primer," Birkhauser, Boston, 2007.
 - D'Azzo J.J, Houpis C.H., "Linear Control System Analysis & Design", 4th Ed., McGraw-Hill, 1988.
 - Chen, C.T., "Linear System Theory and Design," 4th Edition, Oxford University Press, 2012.
 - Simon, D., "Optimal State Estimation," John Wiley & Sons, 2006.
 - Anderson, B.D.O., Moore, J.B., "Optimal Filtering," Dover Publications, 2005,
 - Stengel, R.F. "Optimal Control and Estimation", Dover Publications, 1994,
 - Rossiter, J.A., "Model Based Predictive Control: A Practical Approach," CRC Press, 2005.
 - Camacho E.F., Bordons, C., "Model Predictive Control", Springer, 1999.
 - Kouvaritakis B., Cannon, M., "Non-Linear Predictive Control: Theory & Practice", IEE Publishing, 2001.
 - Maciejowski, J., "Predictive Control with Constraints", Pearson Education POD, 2002.
 - Burl, J.B. "Linear Optimal Control: H2 and H ∞ Methods," Addison-Wesley, Menlo Park, CA, 1999.
- Συναφή επιστημονικά περιοδικά:
 - Automatica
 - Control Engineering Practice
 - IEEE Transactions on Automatic Control
 - IEEE Transactions on Control of Network Systems
 - IEEE Transactions on Control Systems Technology
 - IET Control Theory and Applications
 - International Journal of Control
 - International Journal of Robust and Nonlinear Control
 - Systems and Control Letters