

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	M129	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	1
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Πολυεπεξεργαστικά Συστήματα σε Ολοκληρωμένα Κυκλώματα		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b> <i>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</i>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙ ΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ Σ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚ ΕΣ ΜΟΝΑΔΕ Σ</b>	
Διαλέξεις και εργαστηριακές ασκήσεις	4	6	
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (δ).			
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδίκευσης		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>			
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	Ελληνική		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	Όχι		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	<a href="https://eclass.uoa.gr/courses/DI546/">https://eclass.uoa.gr/courses/DI546/</a>		

### (2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

<p><b>Μαθησιακά Αποτελέσματα</b>  <i>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.</i></p> <p><i>Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης</li> <li>• Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 &amp; 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β</li> <li>• Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων</li> </ul>
<p>Το μάθημα εστιάζει στην ανάλυση και σχεδίαση της αρχιτεκτονικής ενός μοντέρνου ενσωματωμένου επεξεργαστικού συστήματος με χρήση i) επεξεργαστικών μονάδων γενικού σκοπού και ii) υλικού ή επεξεργαστών ειδικού σκοπού (custom logic). Κατά τη διάρκεια του μαθήματος γίνεται χρήση της γλώσσας περιγραφής υλικού System Verilog και της μεθοδολογίας με την οποία η γλώσσα χρησιμοποιείται για την σχεδίαση (design) και τον έλεγχο σωστής λειτουργίας (verification) ενός ενσωματωμένου συστήματος. Επίσης αναφέρονται οι τρόποι φυσικής υλοποίησης του συστήματος είτε σε μονάδες προγραμματιζόμενης λογικής FPGA (Field Programmable Gate Array) είτε σε ολοκληρωμένα κυκλώματα ειδικού σκοπού ASIC (Application Specific Integrated Circuit).</p> <p>Σαν ειδικότερα θέματα σχεδίασης εστιάζουμε σε τεχνικές μείωσης της κατανάλωσης ισχύος, στην συσχεδίαση υλικού/λογισμικού (hw/sw co-design) καθώς και στις δυνατότητες HLS (High</p>

Level Synthesis) του υλικού που μας παρέχει ένα περιβάλλον σχεδίασης με χρήση περιγραφών υλικού υψηλού (αλγοριθμικού) επιπέδου. Επίσης αναφορά θα γίνει στην αρχιτεκτονική των επεξεργαστών ARM, και ειδικότερα της σειράς Cortex M3 και M7, που χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε ενσωματωμένα συστήματα για σχεδίαση με FPGA και ASIC.

Σαν επιπλέον κομμάτι του μαθήματος αναφέρονται εφαρμογές των ενσωματωμένων συστημάτων σε δίκτυα IoT (Internet of Things) και πιο συγκεκριμένα σε δίκτυα αισθητήρων και πώς μία τέτοιου τύπου δικτύωση θα αλλάξει τον τρόπο που λειτουργεί η βιομηχανία και την ζωή στις μεγάλες πόλεις τα αμέσως επόμενα χρόνια.

Το μάθημα περιλαμβάνει εργαστηριακές ασκήσεις σχεδίασης και ελέγχου σωστής λειτουργίας (design & verification) ψηφιακών συστημάτων με τη χρήση της γλώσσας System Verilog. Ως προαιρετικές εργασίες ανάπτυξης embedded software περιλαμβάνονται επίσης και παραδείγματα σχεδίασης με ενσωματωμένους IoT microcontrollers και πώς τέτοιοι κόμβοι λαμβάνουν, επεξεργάζονται και αποστέλλουν δεδομένα σε ένα δίκτυο αισθητήρων.

Με την ολοκλήρωση παρακολούθησης του μαθήματος οι φοιτητές θα είναι σε θέση να:

- Αναλύουν τις ανάγκες μιας εφαρμογής και να επιλέγουν την κατάλληλη αρχιτεκτονική συστήματος
- Κατανοούν την βασική αρχιτεκτονική ενός ενσωματωμένου συστήματος, κυρίως από την πλευρά των πόρων του υλικού που απαιτούνται για την υλοποίηση της
- Γνωρίζουν τις δύο βασικές δυνατότητες σχεδίασης και υλοποίησης ενός ψηφιακού συστήματος ειδικού σκοπού, σε μονάδα υλικού τύπου ASIC ή FPGA
- α) Σχεδιάζουν με τη χρήση της γλώσσας περιγραφής υλικού System Verilog ακολουθιακά και συνδυαστικά λογικά κυκλώματα και να β) προσομοιώνουν την λειτουργία τους με τις ειδικές δομές που προσφέρει η γλώσσα
- Γνωρίζουν και να διαχωρίζουν τις λειτουργίες ενός ψηφιακού συστήματος σε επίπεδο υλικού και λογισμικού (hw/sw co-design)
- Κάνουν χρήση, στη σχεδίαση υλικού με τη γλώσσα System Verilog, προγραμματιζόμενων επεξεργαστών (IP programmable processor core) και να τους διασυνδέουν με το υπόλοιπο κύκλωμα ειδικού σκοπού μιας εφαρμογής
- Κατανοούν τις ανάγκες μια σύγχρονης εφαρμογής δικτύου αισθητήρων με ενσωματωμένους επεξεργαστές τύπου IoT
- Προγραμματίζουν σε γλώσσα C έναν ενσωματωμένο επεξεργαστή με στόχο την ανάγνωση δεδομένων από αισθητήρες (edge processing) και την δικτύωση του και την αποστολή δεδομένων (πρωτόκολλο MQTT) για επεξεργασία σε άλλα υπολογιστικά συστήματα (cloud server)

### 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

.....

Άλλες...

.....

- Σχεδιασμός και διαχείριση έργων
- Λήψη αποφάσεων

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Εισαγωγή στην σχεδίαση ψηφιακών συστημάτων και ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ειδικού σκοπού</li> <li>2. Χρήση της γλώσσας περιγραφής υλικού για σχεδίαση και προσομοίωση ψηφιακών κυκλωμάτων</li> <li>3. Αρχιτεκτονική επεξεργαστών τύπου ARM</li> <li>4. Βασικά πρωτόκολλα επικοινωνίας δεδομένων και διασύνδεσης μονάδων σε ενσωματωμένα συστήματα</li> <li>5. Σχεδίαση με τη χρήση έτοιμων πυρήνων υλικού (IP core)</li> <li>6. Περιγραφή συστημάτων με χρήση γλώσσας υψηλού επιπέδου (HLS: High Level Synthesis)</li> <li>7. Βήματα σχεδίασης ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος τύπου ASIC (από την περιγραφή του κυκλώματος μέχρι την φυσική υλοποίηση σε πλακέτα πυριτίου-Si wafer)</li> <li>8. Συσχεδίαση υλικού/λογισμικού (hw/sw co-design) με χρήση πυρήνων προγραμματιζόμενων επεξεργαστών</li> <li>9. Δίκτυα επεξεργαστικών μονάδων τύπου IoT και χρήση του πρωτοκόλλου επικοινωνίας MQTT</li> </ol>
---

### (4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<p><b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</p>	Στην τάξη																
<p><b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση εξειδικευμένου λογισμικού σχεδίασης και προσομοίωσης ψηφιακών κυκλωμάτων</li> <li>• Υλοποίηση εργασίας με χρήση μονάδων προγραμματιζόμενων επεξεργαστών</li> <li>• Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας e-class</li> </ul>																
<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη &amp; ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.</p> <p>Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Δραστηριότητα</th> <th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Διαλέξεις</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Εργαστηριακές ασκήσεις</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Ανάπτυξη κώδικα προγράμματος εργασίας</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Συγγραφή οδηγού εργασίας</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Παρουσίαση εργασίας</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	30	Εργαστηριακές ασκήσεις	45	Ανάπτυξη κώδικα προγράμματος εργασίας	50	Συγγραφή οδηγού εργασίας	15	Παρουσίαση εργασίας	10				
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου																
Διαλέξεις	30																
Εργαστηριακές ασκήσεις	45																
Ανάπτυξη κώδικα προγράμματος εργασίας	50																
Συγγραφή οδηγού εργασίας	15																
Παρουσίαση εργασίας	10																

και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS		
	Σύνολο Μαθήματος	150
<p><b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b></p> <p>Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης</p> <p>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</p> <p>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1<sup>η</sup> εργαστηριακή άσκηση: 10%</li> <li>• 2<sup>η</sup> εργαστηριακή άσκηση: 20%</li> <li>• 3<sup>η</sup> εργαστηριακή άσκηση: 35% (προφορική εξέταση, γραπτή αναφορά)</li> <li>• Εργασία/παρουσίαση: 35% (προφορική εξέταση, γραπτή αναφορά, παρουσίαση)</li> </ul>	

## (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<p>- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:</p> <p>1) S. Sutherland, S.Davidmann and P. Flake, "SystemVerilog For Design", Springer, 2006</p> <p>2) S. Harris and D. Harris, "Digital Design and Computer Architecture, ARM edition", Morgan Kaufman, 2015 ( Ψηφιακή Σχεδίαση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών, έκδοση ARM)</p>
--