

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	Προπτυχιακό		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>ECE_ELE920</b>	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	<b>9</b>
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Σχεδιασμός Ψηφιακών Συστημάτων σε FPGAs		
<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>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>
Διαλέξεις		2	
Φροντιστήριο / Ασκήσεις Πράξης		1	
Εργαστήριο		1	
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (4).		4	5
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδίκευσης		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	Όχι. Συνιστάται στους φοιτητές να έχουν ήδη παρακολουθήσει το μάθημα: Γλώσσες Περιγραφής Υλικού (ECE_ELE830)		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	Ελληνικά		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	Ναι		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	<a href="https://www.ece.uop.gr">https://www.ece.uop.gr</a>		

## (2) 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 το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β
- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

Στο μάθημα γίνεται εισαγωγή στις Βασικές Έννοιες των Δομών Πίνακα Πυλών Επαναδιατάξιμης Λογικής (FPGAs). Αναλύεται ο σχεδιασμός σε FPGA και μεθοδολογίες σχεδίασης. Παρουσιάζονται εν συντομία οι διάφορες υπάρχουσες Τεχνολογίες VLSI: Βασικά στοιχεία. CMOS λογικές πύλες. Επίσης αναλύεται η Κατασκευή FPGA κυρίως οι Αρχιτεκτονικές FPGAs όπως τα FPGAs βασισμένα σε SRAM μνήμες και τα FPGAs βασισμένα σε αντί-ασφάλειες. Ακόμα αναφέρονται τα σύστημα εισόδων/εξόδων, Δρομολόγηση και η τοποθέτηση κυκλωμάτων μέσα σε FPGAs, χρήση ενσωματωμένων μονάδων επεξεργασίας. Αναλύεται ο Φυσικός σχεδιασμός των FPGA. Περιγράφεται ο τρόπος σχεδιασμού ακολουθιακών και μηχανών πεπερασμένων καταστάσεων. Αναλύεται ο προγραμματισμός FPGA με structural λογική και με περιγραφή συμπεριφοράς. Επίσης γίνεται περιγραφή των Εργαλείων και της ροής σχεδιασμού για FPGAs ενώ αναλύονται θέματα κατανάλωσης ισχύος και κανόνες διανομής ρολογιού. Επιπρόσθετα, περιγράφονται τρόποι εξομίσωσης, δοκιμής και επαλήθευσης σχεδιασμών σε FPGAs..

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής / τρια θα είναι σε θέση να:

- Γνωρίζει τις βασικές τεχνολογίες FPGA
- Σχεδιάζει ένα ψηφιακό σύστημα για υλοποίηση σε FPGA
- Υλοποιεί ένα ψηφιακό σύστημα σε FPGA
- Προγραμματίζει ένα FPGA
- Περιγράφει την εσωτερική δομή των FPGAs
- Υπολογίζει την απόδοση ενός FPGA
- Βελτιστοποιεί τον σχεδιασμό και την υλοποίηση σε ένα FPGA ως προς τη κατανάλωση και την απόδοση
- Σχεδιάζει με διάφορους τύπους FPGAs
- Να σχεδιάζει συστήματα σε ολοκληρωμένα κυκλώματα (system-on-chip)

Λέξεις Κλειδιά: Σχεδιασμός FPGA ολοκληρωμένου, Βασικές αρχές VLSI, FPGA βασισμένα σε SRAM και αντιασφάλειες, Ροή εργασιών για τον προγραμματισμό των FPGAs

### 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...

.....

- Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών

- Λήψη αποφάσεων
- Αυτόνομη εργασία
- Ομαδική εργασία

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

#### Διαλέξεις Θεωρίας

Οι διαλέξεις καλύπτουν τις ακόλουθες θεματικές ενότητες:

1η :Εισαγωγή: Βασικές Έννοιες των Δομών Πίνακα Πυλών Επαναδιατάξιμης Λογικής (FPGAs)

- Θέματα σχεδιασμού
- Βασικές διαφορές FPGA και ASIC ολοκληρωμένων

2η : Σύνοψη επανάληψη τεχνολογίας VLSI: Βασικά στοιχεία. CMOS λογικές πύλες

- Μετρικές ποιότητας ψηφιακού σχεδιασμού
- Ημιαγωγικό Στοιχείο
- Ο αντιστροφέας CMOS
- Στατική συμπληρωματική CMOS λογική
- Κατανάλωση ισχύος κυκλωμάτων CMOS

3η : Μεθοδολογίες Σχεδιασμού και Κατασκευής FPGA: Αρχιτεκτονικές FPGAs

- Αρχιτεκτονικές των FPGA
- Είσοδοι / Έξοδοι (I/Os)
- Τα δομικά κυκλώματα των FPGA
- Παράμετροι σχεδίασης των FPGA

4η : FPGAs βασισμένα σε SRAM μνήμες. FPGAs βασισμένα σε αντί-ασφάλειες

- FPGA βασισμένα σε μνήμες SRAM
- Μόνιμα προγραμματισμένα FPGA

5η : Τοποθέτηση - δρομολόγηση και ενσωματωμένες μονάδες επεξεργασίας

- Είδη και τρόποι Διασυνδέσεων
- Λογικά στοιχεία
- Τοποθέτηση λογικών στοιχείων
- Διασύνδεση λογικών στοιχείων
- Βασικές μονάδες επεξεργασίας

6η : Συνδυαστική λογική για FPGAs

- Καθυστέρηση πυλών και καλωδίων

- Αριθμητική λογική
- Σύνθεση λογικής για FPGAs

#### 7η : Ακολουθιακές Μηχανές

- Διαδικασία σχεδίασης ακολουθιακών μηχανών
- Τύποι ακολουθιακών μηχανών
- Κανόνες χρονισμού
- Ανάλυση επιδόσεων

#### 8η : Εργαλεία και ροή σχεδιασμού για FPGAs

- Εργαλεία εμπορείου για διάφορες συσκευές FPGAs
- Βήματα σχεδιασμού των FPGAs

#### 9η : Θέματα κατανάλωσης ισχύος, κανόνες διανομής ρολογιού

- Διαχείριση κατανάλωσης ενέργειας σε FPGAs
- Μέθοδοι και τεχνικές για τη μείωση της κατανάλωσης
- Καλώδια για τη διανομή του ρολογιού

#### 10η : Εξομοίωση δοκιμή και επαλήθευση των FPGAs.

- Εξομοίωση κώδικα περιγραφής υλικού
- Εξομοίωση κατά τη σύνθεση σε FPGA
- Εξομοίωση κατά την υλοποίηση σε FPGA
- Επαλήθευση λειτουργίας ενός FPGA

#### 11η : Αρχιτεκτονικές ενσωματωμένων μικροεπεξεργαστών

- Παραδείγματα ενσωματωμένων επεξεργαστών (Picoblaze, Microblaze, NIOS)
- Υλοποιήσεις με ενσωματωμένους επεξεργαστές
- Προγραμματισμός ενσωματωμένων επεξεργαστών
- Εμπορικοί επεξεργαστές σε FPGA (π.χ. MIPS)

#### 12η : Εισαγωγή στα e-FPGA

- Ενσωματωμένα FPGA
- Χρήσεις
- Εφαρμογές
- Υλοποιήσεις

#### 13η : Πολυεπεξεργαστές σε ολοκληρωμένα: σχεδίαση και υλοποίηση

- Τύποι των multi FPGA συστημάτων

- Multi FPGA δίκτυα διασύνδεσης
- Multi-FPGA τμηματοποίηση

#### Εργαστηριακές Ασκήσεις

1η : Εισαγωγή και Εξοικείωση με την πλακέτα FPGA BASYS3 και τα εργαλεία λογισμικού Xilinx. Υλοποίηση Συστήματος σε FPGA με καθορισμό εισόδων και χρονισμού

2η : Επιβεβαίωση Ορθής Λειτουργίας Ενός Κυκλώματος Χρησιμοποιώντας Test Benches και Do Files. Εκτίμηση Κατανάλωσης Ισχύος στο FPGA

3η : Προγραμματισμός ενός Κυκλώματος Απαριθμητή σε FPGA και post-Map, post Place and Route εξομοίωσή του

4η : Σύνθετοι Περιορισμοί Χρόνου και χώρου και τρόπος προγραμματισμού κυκλωμάτων σε FPGA

5η : Ενσωματωμένοι επεξεργαστές (Softcore) για προγραμματισμό σε FPGA

6η : Εισαγωγή στο περιβάλλον του εργαλείου Xilinx EDK - Σχεδιασμός και παραμετροποίηση του softcore επεξεργαστή Microblaze - Προγραμματισμός του Microblaze. Πρόγραμμα επικοινωνίας και ανταλλαγής δεδομένων με PC

Η παρακολούθηση των εργαστηριακών ασκήσεων είναι υποχρεωτική.

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

<b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> <i>Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.</i>	Πρόσωπο με πρόσωπο.
<b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> <i>Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαφάνειες (ppt) για τη διδασκαλία του θεωρητικού μέρους, οι οποίες έχουν αναρτηθεί από την αρχή του εξαμήνου στο e-Class.</li> <li>• Εργαστηριακοί οδηγοί για το εργαστηριακό μέρος (ένας για κάθε εργαστηριακή άσκηση), οι οποίοι έχουν αναρτηθεί από την αρχή του εξαμήνου στο e-Class.</li> <li>• Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας μέσω της πλατφόρμας e-Class (για γνωστοποίηση του κανονισμού λειτουργίας μαθήματος, για διανομή διαφανειών, συμπληρωματικού υλικού, ανακοινώσεων, συνδέσμων και βιβλιογραφίας, για τη διεξαγωγή της ενδιάμεσης και της τελικής εξέτασης του εργαστηριακού μέρους, κλπ).</li> <li>• Εξειδικευμένο λογισμικό π.χ VIVADO για το εργαστηριακό σκέλος ελεύθερα διαθέσιμο σε κάθε φοιτητή.</li> </ul>

<p><b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b></p> <p>Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας.</p> <p>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 και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS</p>	<table> <tr> <th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr> <tr> <td>Διαλέξεις Θεωρίας</td><td>26</td></tr> <tr> <td>Φροντιστήριο</td><td>13</td></tr> <tr> <td>Εκπόνηση εργαστηριακών ασκήσεων</td><td>12</td></tr> <tr> <td>Προετοιμασία εργαστηριακών ασκήσεων</td><td>26</td></tr> <tr> <td>Μελέτη διαλέξεων και βιβλιογραφίας</td><td>48</td></tr> <tr> <td><b>Σύνολο Μαθήματος</b></td><td><b>125 ώρες (5 ECTS)</b></td></tr> </table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις Θεωρίας	26	Φροντιστήριο	13	Εκπόνηση εργαστηριακών ασκήσεων	12	Προετοιμασία εργαστηριακών ασκήσεων	26	Μελέτη διαλέξεων και βιβλιογραφίας	48	<b>Σύνολο Μαθήματος</b>	<b>125 ώρες (5 ECTS)</b>
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου														
Διαλέξεις Θεωρίας	26														
Φροντιστήριο	13														
Εκπόνηση εργαστηριακών ασκήσεων	12														
Προετοιμασία εργαστηριακών ασκήσεων	26														
Μελέτη διαλέξεων και βιβλιογραφίας	48														
<b>Σύνολο Μαθήματος</b>	<b>125 ώρες (5 ECTS)</b>														
<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>	<p><b>A. Αξιολόγηση Θεωρητικού Μέρους:</b></p> <p>I. Ενδιάμεση εξέταση (πρόοδος) (30%) που περιλαμβάνει:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Επίλυση ασκήσεων</li> <li>Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής</li> </ol> <p>II. Γραπτή τελική εξέταση που περιλαμβάνει:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Επίλυση ασκήσεων</li> <li>Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής</li> <li>Συγκριτική αξιολόγηση στοιχείων θεωρίας</li> </ol> <p><b>B. Αξιολόγηση Εργαστηριακού Μέρους:</b></p> <p>I. Προφορική εξέταση κατά τη διεξαγωγή των εργαστηριακών ασκήσεων (40%)</p> <p>II. Γραπτή τελική εξέταση (60%) που περιλαμβάνει:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Επίλυση ασκήσεων</li> <li>Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής</li> </ol> <p><b>Παρατηρήσεις:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ο τελικός βαθμός προκύπτει από την στάθμιση των βαθμών θεωρίας και εργαστηρίου με συντελεστές βαρύτητας 60% και 40%, αντίστοιχα.</li> <li>Η αξιολόγηση γίνεται στην ελληνική γλώσσα.</li> <li>Η διαδικασία αξιολόγησης και τα κριτήρια αξιολόγησης είναι δημοσιευμένα στην ιστοσελίδα του μαθήματος στο e-Class.</li> </ul>														

## (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :  
-Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

- Wayne Wolf, "Σχεδιασμός Ψηφιακών Συστημάτων σε FPGAs", Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2014.
- Σουραβλός Σταύρος Ι., Ρουμελιώτης Μάνος, "Ψηφιακά Συστήματα", 5η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιολα, 2008.
- Steve Kilts "Advanced FPGA Design: Architecture, Implementation, and Optimization", Wiley-IEEE Press; 1 edition (June 29, 2007).
- Peter Wilson, "Design Recipes for FPGAs: Using Verilog and VHDL", Newnes; 2 edition (October 9, 2015)