

ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

(1) ΓΕΝΙΚΑ

ΣΧΟΛΗ	ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ		
ΤΜΗΜΑ	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ		
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	Προπτυχιακό		
ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ECE_ELE820	ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ	8
ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ (VLSI)		
ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ <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>		ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ
Διαλέξεις		3	
Φροντιστήριο / Ασκήσεις Πράξης		1	
Εργαστήριο			
Σύνολο		4	5
Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (4).			
ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης, γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	Ειδίκευσης		
ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:	Όχι. Συνιστάται στους φοιτητές να έχουν ήδη παρακολουθήσει τα μαθήματα: Βασική ηλεκτρονική και ψηφιακά κυκλώματα και συστήματα.		
ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:	Ελληνική		
ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS	Ναι		
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)	https://www.ece.uop.gr/		

(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 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

Η τεχνολογία κατασκευής και σχεδιασμού ολοκληρωμένων κυκλωμάτων παρουσιάζει αλματώδη ρυθμό εξέλιξης. Οι διαστάσεις των τρανζίστορ είναι πλέον μικρότερες των 30nm και τα κυκλώματα γίνονται πιο σύνθετα, γεγονότα που αποτελούν προκλήσεις για τους κατασκευαστές και τους σχεδιαστές ψηφιακών κυκλωμάτων και συστημάτων πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (VLSI). Το μάθημα επικεντρώνεται στην τεχνολογία CMOS (complementary metal-oxide-silicon) και παρέχει απαραίτητες γνώσεις για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία στοιχείων και κυκλωμάτων που βασίζονται στην τεχνολογία αυτή.

Βασικοί στόχοι του μαθήματος είναι η εισαγωγή στα κυκλώματα και συστήματα VLSI, η περιγραφή και κατανόηση των διαδικασιών κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, η κατανόηση της λειτουργίας

των βασικών στοιχείων που απαρτίζουν τα ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα, καθώς και των παραμέτρων που επηρεάζουν την επίδοσή τους, της επίδρασης των διασυνδέσεων στη λειτουργία των κυκλωμάτων VLSI, η εξοικείωση με τη σχεδίαση λογικών πυλών και σύνθετων ψηφιακών κυκλωμάτων (συνδυαστικών και ακολουθιακών) και με την εκτίμηση των χαρακτηριστικών τους και η κατανόηση των μεθοδολογιών σχεδιασμού και υλοποίησης των ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και συστημάτων.

Λέξεις κλειδιά: κυκλώματα VLSI, συστήματα VLSI, MOSFET, τεχνολογία CMOS, ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής / τρια θα:

1. έχει κατανόησει και θα περιγράφει τις βασικές αρχές λειτουργίας των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και της διαδικασίας κατασκευής τους με την τεχνολογία CMOS,
2. έχει κατανόησει και θα αναλύει τη δομή και τη λειτουργία των τρανζίστορ MOSFET,
3. εκτιμά την καθυστέρηση και την κατανάλωση ενέργειας βασικών κυκλωμάτων CMOS,
4. σχεδιάζει στατικά και δυναμικά κυκλώματα τεχνολογίας CMOS σε επίπεδο τρανζίστορ και σε φυσικό επίπεδο (layout) και θα αναλύει τη λειτουργία τους,
5. σχεδιάζει σύνθετα συνδυαστικά κυκλώματα και κυκλώματα ακολουθιακής λογικής τεχνολογίας CMOS,
6. έχει κατανόησει τις βασικές παραμέτρους των γραμμών διασύνδεσης στα ολοκληρωμένα κυκλώματα, καθώς και την επίδραση τους στην λειτουργία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων,
7. γνωρίζει τις μεθοδολογίες σχεδιασμού και υλοποίησης των ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

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
- Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

(3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

Οι διαλέξεις του μαθήματος καλύπτουν τις ακόλουθες θεματικές ενότητες:

1. Εισαγωγή στα κυκλώματα και συστήματα VLSI I: ιστορική αναδρομή, ολοκληρωμένα κυκλώματα και μικροεπεξεργαστές, νόμος του Moore, εξέλιξη πολυπλοκότητας, συχνότητας και κατανάλωσης ενέργειας των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, ιεραρχικός σχεδιασμός ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, μέτρα

- ποιότητας ψηφιακών κυκλωμάτων, κόστος και απόδοση (yield) κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, λειτουργικότητα και στιβαρότητα, συχνότητα λειτουργίας και καθυστέρηση διάδοσης, ισχύς και κατανάλωση ενέργειας, γινόμενο ενέργειας και καθυστέρησης διάδοσης.
2. Διεργασία κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων I: κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων CMOS, ράβδος και δισκίο πυριτίου, φωτολιθογραφία, βήματα διεργασίας κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων CMOS, σχεδιασμός και κατασκευή αντιστροφέα CMOS, κανόνες σχεδιασμού ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.
 3. Διεργασία κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων II: προηγμένες τεχνικές διεργασιών κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, συσκευασία (packaging) ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, τοποθέτηση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων σε κάρτα, μονάδες πολλαπλών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (multi-chip modules, MCMs), σύστημα σε μία συσκευασία (system-in-a-package).
 4. Τρανζίστορ MOSFET I: εισαγωγή στο τρανζίστορ MOSFET, τάση κατωφλίου (threshold voltage) του MOSFET, περιοχές λειτουργίας των τρανζίστορ NMOS και PMOS, υπολογισμός ρεύματος του τρανζίστορ NMOS, εκφράσεις ρεύματος των τρανζίστορ NMOS και PMOS, χαρακτηριστικές καμπύλες των τρανζίστορ NMOS και PMOS, διαμόρφωση μήκους καναλιού.
 5. Τρανζίστορ MOSFET II: φαινόμενα μικρού μήκους καναλιού (κορεσμός ταχύτητας και υποβάθμιση κινητικότητας των φορέων, αγωγή υποκατωφλίου, φαινόμενο DIBL, παρασιτικές αντιστάσεις πηγής και υποδοχής, φαινόμενο θερμών φορέων, ρεύμα διαρροής πύλης), ισοδύναμη αντίσταση του τρανζίστορ MOSFET, χωρητικότητες του τρανζίστορ MOSFET, μοντέλα MOSFET κυκλωματικών προσομοιωτών, μεταβολές διεργασίας.
 6. Αντιστροφέας CMOS I: εισαγωγή και βασικά χαρακτηριστικά του αντιστροφέα CMOS, στατική συμπεριφορά του αντιστροφέα CMOS (χαρακτηριστική μεταφοράς τάσης, κατώφλι μετάβασης, περιθώρια θορύβου), δυναμική συμπεριφορά του αντιστροφέα CMOS, χωρητικότητες του αντιστροφέα CMOS.
 7. Αντιστροφέας CMOS II: καθυστέρηση διάδοσης και παράμετροι που την επηρεάζουν, καθορισμός μεγέθους αντιστροφέα CMOS για βελτίωση επίδοσης, καθυστέρηση αλυσίδας αντιστροφένων CMOS, ισχύς και κατανάλωση ενέργειας του αντιστροφέα CMOS, δυναμική (χωρητική) κατανάλωση ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας βραχυκυκλώματος, στατική κατανάλωση ενέργειας, γινόμενο ενέργειας-καθυστέρησης.
 8. Διασυνδέσεις κυκλωμάτων CMOS: χωρητικότητα, αντίσταση και αυτεπαγωγή διασυνδέσεων, μοντελοποίηση διασυνδέσεων, συγκεντρωτικό μοντέλο χωρητικότητας, συγκεντρωτικό μοντέλο RC, καθυστέρηση Elmore, κατανεμημένη γραμμή rc.
 9. Συνδυαστικά κυκλώματα CMOS I: εισαγωγή στα συνδυαστικά κυκλώματα CMOS, στατική συμπληρωματική λογική CMOS, φυσικός σχεδιασμός συμπληρωματικών πυλών CMOS, στατικά χαρακτηριστικά συμπληρωματικής λογικής CMOS, καθυστέρηση διάδοσης πυλών συμπληρωματικής λογικής CMOS, λογικός φόρτος, κατανάλωση ενέργειας πυλών συμπληρωματικής λογικής CMOS.
 10. Συνδυαστικά κυκλώματα CMOS II: λογική εξαρτημένη από το λόγο του μεγέθους των τρανζίστορ, ψεύδο-NMOS λογική, λογική DCVSL, λογική τρανζίστορ διέλευσης, συμπληρωματική λογική τρανζίστορ διέλευσης (CPL), λογική SRPL, λογική πύλης διέλευσης, δυναμική λογική CMOS, λογική διαδοχικής επίδρασης (domino), λογική np-CMOS.
 11. Ακολουθιακά κυκλώματα CMOS I: εισαγωγή στα ακολουθιακά κυκλώματα, στοιχεία μνήμης (μανδαλωτές και καταχωρητές), στατικοί μανδαλωτές (latches) SR και D, στατικοί μανδαλωτές με πολυπλέκτες, στατικοί ακμοπυροδοτούμενοι καταχωρητές κυρίου-υπηρέτη (master-slave), χρονισμός στατικών καταχωρητών.
 12. Ακολουθιακά κυκλώματα CMOS II: , δυναμικά στοιχεία μνήμης, δυναμικοί καταχωρητές με πύλες

διέλευσης, χρονισμός δυναμικών καταχωρητών, ψευδοστατικοί καταχωρητές, δυναμικοί μανδαλωτές και καταχωρητές C²MOS (clocked CMOS), μανδαλωτές και καταχωρητές μοναδικής φάσης ρολογιού (TSPC), βελτιστοποίηση σύγχρονων ακολουθιακών κυκλωμάτων με διοχέτευση (pipelining), υλοποίηση δομών διοχέτευσης με δυναμικούς μανδαλωτές, λογική NORA-CMOS.

13. Μεθοδολογίες σχεδιασμού και υλοποίησης ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων: επίπεδα ιεραρχίας σχεδιασμού, εξατομικευμένος σχεδιασμός, ημιεξατομικευμένος σχεδιασμός, σχεδιασμός κυκλωμάτων με τυπικά κύτταρα (standard cells), διαδικασίες σχεδιασμού με τυπικά κύτταρα, μεταγλωττισμένα κύτταρα και μακροκύτταρα, σχεδιασμός και υλοποίηση κυκλωμάτων με δομές πίνακα, προδιαγεόμενες δομές πίνακα (gate arrays, sea-of-gates), προγραμματιζόμενες διατάξεις (PLAs, FPGAs), προγραμματιζόμενες διασυνδέσεις, σύστημα σε ολοκληρωμένο κύκλωμα (system-on-chip, SoC).

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.	Στην αίθουσα / αμφιθέατρο διδασκαλίας και στο εργαστήριο												
ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές	- Διαφάνειες για τη διδασκαλία του θεωρητικού μέρους, οι οποίες αναρτώνται στην ιστοσελίδα του μαθήματος στο e-Class από την αρχή του ακαδημαϊκού εξαμήνου. - Συνδυασμένη χρήση βιντεοπροβολέα για προβολή διαφανειών και πίνακα στη διάρκεια του μαθήματος. - Εκπόνηση ατομικής εργασίας (project) από τους φοιτητές που τους ανατίθεται στο μέσο του ακαδημαϊκού εξαμήνου. - Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας μέσω της πλατφόρμας e-Class (για γνωστοποίηση του κανονισμού λειτουργίας μαθήματος, για διανομή διαφανειών, συμπληρωματικού υλικού, ανακοινώσεων, συνδέσμων και βιβλιογραφίας). - Εξειδικευμένο λογισμικό σχετικό με το μάθημα.												
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 σύμφωνα με τις αρχές του ECTS	<table><tr><th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr><tr><td>Διαλέξεις</td><td>39</td></tr><tr><td>Φροντιστήριο</td><td>13</td></tr><tr><td>Εκπόνηση εργασίας σχεδίασης και προσομοίωσης κυκλώματος με εξειδικευμένο λογισμικό</td><td>15</td></tr><tr><td>Αυτοτελής μελέτη διαλέξεων και βιβλιογραφίας</td><td>58</td></tr><tr><td>Σύνολο Μαθήματος</td><td>125 ώρες (5 ECTS)</td></tr></table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	39	Φροντιστήριο	13	Εκπόνηση εργασίας σχεδίασης και προσομοίωσης κυκλώματος με εξειδικευμένο λογισμικό	15	Αυτοτελής μελέτη διαλέξεων και βιβλιογραφίας	58	Σύνολο Μαθήματος	125 ώρες (5 ECTS)
Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου												
Διαλέξεις	39												
Φροντιστήριο	13												
Εκπόνηση εργασίας σχεδίασης και προσομοίωσης κυκλώματος με εξειδικευμένο λογισμικό	15												
Αυτοτελής μελέτη διαλέξεων και βιβλιογραφίας	58												
Σύνολο Μαθήματος	125 ώρες (5 ECTS)												
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων,	Αξιολόγηση θεωρητικού μέρους με τελική γραπτή εξέταση που περιλαμβάνει επίλυση προβλημάτων, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και συγκριτική αξιολόγηση στοιχείων θεωρίας.												

<i>Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες</i> <i>Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.</i>	Εκπόνηση ατομικής εργασίας (project) σχεδίασης και προσομοίωσης κυκλώματος με εξειδικευμένο λογισμικό. Ο τελικός βαθμός προκύπτει από την στάθμιση των βαθμών της αξιολόγησης του θεωρητικού μέρους του μαθήματος και της εργασίας με συντελεστές που καθορίζονται στην αρχή του ακαδημαϊκού εξαμήνου και ανακοινώνονται στους φοιτητές μέσω της ιστοσελίδας του μαθήματος στο e-Class. Η αξιολόγηση γίνεται στην ελληνική γλώσσα. Η διαδικασία και τα κριτήρια αξιολόγησης αναρτώνται στην ιστοσελίδα του μαθήματος στο e-Class.
--	--

5. ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Προτεινόμενη Βιβλιογραφία:

1. J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, Ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα: Μια σχεδιαστική προσέγγιση, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, 2006.
2. H. N. Weste, D. M. Harris, Σχεδίαση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων CMOS VLSI, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, 2010.
3. S. Kang, Y. Leblebici, Ανάλυση και σχεδίαση ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων CMOS, Εκδόσεις Τζιόλα, 2007.
4. J. Segura, C. Hawkins, CMOS electronics: How it works, how It fails, Wiley-IEEE, 2004.
5. Y. Tsididis, Operation and modeling of the MOS transistor, Oxford University Press, 2003.
6. Y. Taur, T. Ning, Fundamentals of modern VLSI devices, Cambridge University Press, 2009.

- Συναφή επιστημονικά περιοδικά:

1. IEEE Transactions on VLSI Systems
2. IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems
3. IEEE Transactions on Circuits and Systems I & II
4. ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems
5. Integration, the VLSI Journal, Elsevier
6. Microelectronics Journal, Elsevier