

Θέμα :

”Ομοιομορφικοί μετασχηματισμοί υλικού HW και HW-SW στην σχεδίαση φίλτρων 2D και 3D μεγάλης κλίμακας, στην περιοχή χρόνου-συχνότητας.”

Περιγραφή :

Τα φίλτρα στην περιοχή χρόνου-συχνότητας εξακολουθούν να επικεντρώνουν το παγκόσμιο ερευνητικό ενδιαφέρον λόγω της σημασίας τους στην ανάλυση επιστημονικών και τεχνολογικών ζητημάτων. Παραδείγματα εφαρμογών είναι τα επιστημονικά όργανα στην ιατρική, στην κωδικοποίηση εικόνων και video, όπου αφαιρείται ο θόρυβος και ταυτοποιούνται μορφοκλασματικά πρότυπα (fractals), αόρατα με άλλες μεθόδους και που αντιπροσωπεύουν ασθένειες και ευρύματα φυσικής (όπως λχ, στα πειράματα του CERN). Επίσης, κατά την κωδικοποίηση των εικόνων της πλάσματος (από εκρήξεις στον ήλιο), η οποία εισέρχεται στην γήινη ιονόσφαιρα και παρεμβάλλεται στα κυκλώματα ηλεκτρικής ενέργειας. Στο συνέδριο FPL 2007 στο Amsterdam, η Intel ανακοίνωσε ένα αποτέλεσμα κωδικοποίησης της συνέλιξης του διαστήματος που απασχολούσε 1000 παράλληλους επεξεργαστές.

Οι μετασχηματισμοί στην περιοχή χρόνου-συχνότητας είναι ευρέως γνωστοί, όμως, η υλοποίησή τους για μεγάλα πεδία ορισμών 2D και 3D οδηγεί σε εκθετική υπολογιστική πολυπλοκότητα, με συνέπεια την τεράστια σε χρόνο διάρκεια υπολογισμών.

Στόχος της διδακτορικής διατριβής είναι η εφαρμογή των νέων και των υπό ανάπτυξη μεθόδων σχεδίασης ψηφιακών διατάξεων μεσαίας και μεγάλης κλίμακας, για την ριζική επιτάχυνση των εν λόγω υπολογισμών, με ενδεικτικό αποτέλεσμα τις 2 με 3 τάξεις μεγέθους.

Απαιτούνται: Πολύ καλή γνώση της Αγγλικής, τεχνικών προγραμματισμού και λογισμικού MATLAB και λογισμικού VIVADO. Επίσης, η εμπειρία από τα σχετικά μαθήματα των ψηφιακών συστημάτων, επεξεργαστών, κατανεμημένων συστημάτων, παράλληλων υπολογισμών πραγματικού χρόνου, και τέλος, των προγραμματιζόμενων κυκλωμάτων FPGA-ASIC.

Δυνατότητα χρηματοδότησης :

Προς το παρόν όχι. Αργότερα μάλλον ναι.

Πιθανά μαθήματα :

- ΜΠ 17 : Ειδικά κεφάλαια σχεδίασης ψηφιακών διατάξεων μεγάλης κλίμακας.

Θέμα :

”Σχεδίαση Αρχιτεκτονικών Επιταχυντών Υλικού HW (Hardware Accelerators), για την εκτέλεση μεγάλων και πολύπλοκων αλγορίθμων, με προορισμό τις αρχιτεκτονικές νέφους σε υπολογιστικά κέντρα BIG DATA.”

Περιγραφή :

Οι υπολογιστές BIG DATA (BD) επεξεργάζονται αλγορίθμους που δύσκολα μπορούν να εκτελεστούν σε μικρές υπολογιστές μονάδες. Π.χ. ο κρατικός υπολογιστής βιομετρικών μεγεθών πληθυσμού της Κίνας, περιέχει 2 εκατομμύρια πυρήνες (από αναφορές του google). Η ανερχόμενη εποχή των IoT και 5G θα φέρει στην επιφάνεια τεράστιους σε μέγεθος υπολογιστές αυτής της κατηγορίας.

Για να λειτουργήσει ένας υπολογιστής BD, κάτω από την υποστήριξη Επιταχυντών Υλικού HW, προμελετήθηκαν εξ αρχής και σχεδιάστηκαν λειτουργικά συστήματα /πλαίσια (όπως το Phoenix MapReduce), που είναι ικανά να συνδεθούν με διατάξεις επιταχυντών, σχεδιασμένων από τον πελάτη του κέντρου BD. Η εν λόγω σύνδεση σχεδιάστηκε με τρόπο ώστε να εξασφαλίζει την δυνατότητα διατήρησης από τον πελάτη της μυστικότητας των υπολογισμών του. Επίσης, προβλέφθηκε η δυνατότητα της οργάνωσης των υπολογισμών με τρόπους, που να αξιοποιούν την υπολογιστική ισχύ του κέντρου BD σε επιλεγμένα τμήματα των υπολογισμών, με ιδιαίτερα μεγάλη υπολογιστική πολυπλοκότητα.

Στόχος της διδακτορικής διατριβής είναι η εφαρμογή των νέων και των υπό ανάπτυξη μεθόδων σχεδίασης ψηφιακών διατάξεων μεσαίας και μεγάλης κλίμακας, για την ριζική επιτάχυνση των υπολογισμών, με ενδεικτικό αποτέλεσμα τις 2 με 3 τάξεις μεγέθους. Οι μέθοδοι HW ή HW-SW θα εφαρμοστούν σε αλγορίθμους όπως ο ακγόριθμος Newton-Raphson κατά την επίλυση μεγάλων ηλεκτρονικών, αναλογικών και μικτών διατάξεων, ή εναλλακτικά στην γρήγορη επίλυση των εξισώσεων κατάστασης υπτάμενου πυραύλου.

Απαιτούνται: Πολύ καλή γνώση της Αγγλικής, τεχνικών προγραμματισμού και λογισμικού MATLAB και γνώσης επίλυσης συστημάτων διαφορικών εξισώσεων, γραμμικών και μη γραμμικών. Επίσης, η εμπειρία από τα σχετικά μαθήματα των ψηφιακών συστημάτων, επεξεργαστών, κατανεμημένων συστημάτων, παράλληλων υπολογισμών πραγματικού χρόνου, και τέλος, των προγραμματιζόμενων κυκλωμάτων FPGA-ASIC.

Δυνατότητα χρηματοδότησης :

Προς το παρόν όχι. Αργότερα μάλλον ναι.

Πιθανά μαθήματα :

- ΜΠ 17 : Ειδικά κεφάλαια σχεδίασης ψηφιακών διατάξεων μεγάλης κλίμακας.

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

1. **Όνοματεπώνυμο μέλους ΔΕΠ** που υποβάλλει την πρόταση:

N. Πιτσιάνης

2. **Θέμα:**

Ανάπτυξη και σύνθεση μεθοδολογιών για την δημιουργία, ανάλυση και απόδοση δυναμικών χαρακτηριστικών του ψηφιακού διδύμου μιας πόλης.

Development and composition of methods for creation, analysis and attribution of dynamic characteristics to digital twins for cities.

3. **Περιγραφή** (Συνοπτική περιγραφή της κατάστασης της επιστήμης και της αναμενόμενης συμβολής):

Οι σύγχρονες πόλεις είναι πολυσύνθετοι οργανισμοί και είναι ευρέως, --εδώ και αιώνες,-- αναγνωρισμένη η ανάγκη για συλλογή και επεξεργασία γεωχωρικών δεδομένων για καλύτερο σχεδιασμό, διαχείριση και συντονισμό της αστικής ζωής. Τέτοια γεωπληροφοροιακά συστήματα (Geographical Information System – GIS) αρχικά ήταν αποτυπώσεις σε δισδιάστατους χάρτες, αλλά σήμερα η τεχνολογία επιτρέπει την αποθήκευση της πληροφορίας σε ψηφιακή μορφή, ανοίγοντας έτσι το δρόμο για χρήση όλων των σύγχρονων εργαλείων της πληροφορικής και του λογισμικού υπολογιστών υψηλής παραγωγικότητας. Έτσι, υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακού διδύμου (ΨΔ) μιας ολοκληρωμένης πόλης, η απόδοση δυναμικών χαρακτηριστικών σε αυτό, όπως οι προσομοιώσεις σε αστικό επίπεδο (υπολογιστικής ρευστοδυναμικής, μετάδοσης θορύβου, σκιασμού, συγκοινωνιών κτλ.), η διασύνδεση του με αισθητήρες σε πραγματικό χρόνο, καθώς και η δημιουργία what-if ανάλυσης για αστικό σχεδιασμό.

Σκοπός της διατριβής είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η ανάλυση υπολογιστικών μεθοδολογιών για την δημιουργία, την ανάλυση και την διάδραση με Ψηφιακά Δίδυμα πόλεων σε υποδομές υπολογιστών υψηλών αποδόσεων, όπως το υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing) και τα πλέγματα υπολογιστών (Grid Computing).

Οι μεθοδολογίες στοχεύουν στην επίλυση συγκεκριμένων τεχνικών προβλημάτων τα οποία καλύπτουν την ευρύτερη περιοχή της δημιουργίας, της απόδοσης δυναμικών χαρακτηριστικών, της διασύνδεσης με αισθητήρες και της διάδρασης των χρηστών στα ΨΔ σε εφαρμογές για αστικό σχεδιασμό. Μέσα στα πλαίσια αυτά, θα απαιτηθεί η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου περιβάλλοντος εργαλείων λογισμικού για την ανάλυση πραγματικών δεδομένων GIS από δημόσιες βάσεις δεδομένων και η χρήση αναπτυσσομένων εργαλείων

για την επίλυση μερικών διαφορικών εξισώσεων σε αστική κλίμακα (εξισώσεις Navier-Stokes, advection-diffusion κτλ.). Τα εργαλεία αναμένεται να υλοποιηθούν σε γλώσσα C++/Cilk, Python καθώς και πιθανή χρήση κάποιων εργαλείων τρισδιάστατης απεικόνισης υψηλών επιδόσεων, όπως Unreal Engine ή Unity, three.js και ενδέχεται να υπάρξει ανάγκη για προγραμματισμό shaders και CUDA.

Απαιτούνται: Πολύ καλή γνώση της Αγγλικής, αρχιτεκτονικής υπολογιστών, υπολογιστικής ρευστοδυναμικής και αριθμητικής ανάλυσης, καθώς και τεχνικών προγραμματισμού.

4. Δυνατότητα χρηματοδότησης: Πιθανή, θα κατατεθούν ερευνητικές προτάσεις προς χρηματοδότηση.

5. Πιθανά μαθήματα που θα χρειαστεί να παρακολουθήσει ο/η υποψήφιος/α από τον κατάλογο μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. :

α) Ειδικές Αρχιτεκτονικές και Συστήματα Μικροϋπολογιστών (ΜΠ15)

β) Παράλληλα και διανεμημένα συστήματα υπολογιστών

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

1. Ονοματεπώνυμο μέλους ΔΕΠ που υποβάλλει την πρόταση:

Γιάννης Παπαευσταθίου

2. Θέμα:

Ανάπτυξη προηγμένων μοντέλων για την αλληλεπίδραση Ανθρώπου-Μηχανής σε κυβερνοφυσικά συστήματα και αποδοτική υλοποίηση τους σε FPGAs - Development of innovative models for the Human-Machine interaction in Cyber Physical Systems (CPS) and efficiency implementation on FPGAs.

3. Περιγραφή (Συνοπτική περιγραφή της κατάστασης της επιστήμης και της αναμενόμενης συμβολής):

Cyber-Physical Systems (CPS) and Cyber-physical Systems of Systems (CPSoS) even though they are considered “The Next Computing Revolution” and are thus designed around and purposed for human users, they are still nowadays, largely, human-agnostic.

The main component for designing, testing and operating effective CPHS is the modeling of the human behavior; however, it is well known that this is extremely challenging due to the complex physiological, psychological and behavioral aspect of humans. As a result, to be able to develop and operate efficiently such CPHS, within this PhD, several research challenges should be effectively addressed including:

1. An analysis and thorough understanding of the human-CPS bidirectional interaction; in that respect we will study the way humans are influenced by their interaction with CPS as well as how their behavior should influence the operation of such systems, so as to end-up with truly cooperative CPHS.
2. The development of effective models for the human behavior which will be based on Machine and Deep learning, as well as on the application of the Transfer of Learning (ToL) approach in CPS which has not been proposed before; those models will incorporate, as many as possible, characteristics of the human behavior
3. The efficient integration of those models in reconfigurable hardware (FPGAs), within the CPHS, so as to be utilized in real-time, with minimum power and energy consumption, which will allow for the creation of effective real-world CPHS.

4. Δυνατότητα χρηματοδότησης : Ναι για 30 μήνες

5. Πιθανά μαθήματα που θα χρειαστεί να παρακολουθήσει ο/η υποψήφιος/α από τον κατάλογο μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. :

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

1. **Όνοματεπώνυμο μέλους ΔΕΠ** που υποβάλλει την πρόταση: Αν. Καθηγητής Βασίλης Παυλίδης

2. **Θέμα:** Τεχνικές σχεδίασης για αποτελεσματική ασύρματη μεταφορά ισχύος και σήματος σε τεχνολογίες κατακόρυφης ολοκλήρωσης

3. Περιγραφή:

Η τριδιάστατη ή κάθετη ολοκλήρωση προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες μείωσης του όγκου (form factor) ολοκληρωμένων συστημάτων ενώ παράλληλα προσφέρει μοναδικές ευκαιρίες για ολοκλήρωση ετερογενών τεχνολογιών [1]. Η κάθετη ολοκλήρωση, ασύρματα, με τη βοήθεια επαγωγικών πηνίων προσφέρει επιπρόσθετα πλεονεκτήματα κόστους λόγω επαναχρησιμοποίησης ορόφων (device tiers) και αντικατάστασης άλλων ορόφων με μικρό κόστος συμβατό με τυπικές τεχνολογίες CMOS [2]. Μία πρόκληση στη σχεδίαση των συστημάτων αυτών είναι η επιφάνεια που καταναλίσκεται από τα σχετικά μεγάλα ολοκληρωμένα πηνία [3], [4]. Η διάμετρος των πηνίων αυτών μπορεί να μειωθεί δραστικά αν η απόσταση μεταξύ των ορόφων (που εξαρτάται από το πάχος υποστρώματος του πυριτίου) είναι μικρή (<100 μm). Νέες τεχνολογίες κατασκευής υποστηρίζουν πάχος υποστρώματος της τάξης του 1 μm, δημιουργώντας νέες ευκαιρίες για τη σχεδίαση αυτών των συστημάτων. Μια άλλη σημαντική διαφορά των τεχνολογιών αυτών είναι ότι τα πηνία επίσης μπορούν εναλλακτικά να ενσωματωθούν στο υπόστρωμα του πυριτίου [5].

Ο κύριος στόχος, επομένως, του Διδακτορικού αυτού είναι η ανάπτυξη νέων τεχνικών σχεδίασης που θα εκμεταλλεύονται βέλτιστα τις αναδυόμενες αυτές τεχνολογίες κατασκευής ολοκληρωμένων. Η επίδραση των καινούριων αυτών χαρακτηριστικών, δηλαδή η δραστική μείωση του πάχους υποστρώματος και η ενσωμάτωση επαγωγών στο υπόστρωμα, στις επιδόσεις των ασύρματων τριδιάστατων κυκλωμάτων είναι άγνωστες και χρίζουν άμεσης διερεύνησης, προσφέροντας παράλληλα ευκαιρίες για καινοτόμες δημοσιεύσεις και συνεργασίες με τα Ευρωπαϊκά ερευνητικά κέντρα που αναπτύσσουν τις σχετικές διεργασίες κατασκευής. Πρωταρχικά ζητήματα για τα κυκλώματα μεταφοράς ισχύος αποτελούν η αποτελεσματικότητα μεταφοράς ισχύος, καθώς και η επιφάνεια, ταχύτητα, και ισχύς των κυκλωμάτων μετάδοσης σήματος. Η ανάλυση και σχεδίαση των νέων κυκλωμάτων μεταφοράς ισχύος και σήματος θα γίνει με βιομηχανικής κλίμακας εργαλεία, ενώ υπάρχει πιθανότητα να κατασκευασθούν πρωτότυπα κυκλώματα οι επιδόσεις των οποίων θα μετρηθούν στο Εργαστήριο Ηλεκτρονικής.

Η/Ο Υποψήφια/ος θα αποκτήσει γνώσεις σχεδίασης για ολοκληρωμένα κυκλώματα μικτού σήματος καθώς και προχωρημένες γνώσεις σε βιομηχανικά εργαλεία αυτοματοποίησης σχεδίασης και ανάλυσης τέτοιων κυκλωμάτων. Οι εφαρμογές στόχοι για τα κυκλώματα σχετίζονται με συστήματα μέτρησης σε βιοϊατρικές εφαρμογές π.χ. ανίχνευση συγκεντρώσεων σε ρευστά για τον εντοπισμό ουσιών σχετικών με τη φυσιολογία του ανθρώπινου σώματος ή παθογόνων ουσιών [6]-[8].

Επιλεγμένη σχετική βιβλιογραφία:

- [1]. V. F. Pavlidis *et al.*, *Three-Dimensional Integrated Circuit Design, 2nd Ed.*, Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2017.
- [2]. I. Papistas and V. F. Pavlidis, "Contactless Heterogeneous 3-D ICs for Smart Sensing Systems," *Integration the VLSI Journal*, Vol. 62, pp. 329-340, June 2018.
- [3]. N. Miura *et al.*, "A Scalable 3D Heterogeneous Multicore with an Inductive ThruChip Interface," *IEEE Micro* 33, (6), pp 6–15, 2013.
- [4]. S. Han and D. D. Wentzloff, "0.61 W/mm² Resonant Inductively Coupled Power Transfer for 3D-ICs," *Proceedings of the IEEE Custom Integrated Circuits Conference*, pp. 1–4, September 2012.
- [5]. B. Chava *et al.*, "Backside Power Delivery as a Scaling Knob for Future Systems," *Proceedings of the SPIE in Advanced Lithography*, Vol. 10962, August 2019.
- [6]. N. Moser, T. S. Lande, C. Toumazou and P. Georgiou, "ISFETs in CMOS and Emergent Trends in Instrumentation: A Review," *IEEE Sensors Journal*, vol. 16, no. 17, pp. 6496-6514, September 2016.
- [7]. M. Douthwaite *et al.*, "A CMOS ISFET array for wearable thermoelectrically powered perspiration analysis," *Proceedings of the IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, pp. 54-57, 2016.
- [8]. P. Yager *et al.*, "Microfluidic Diagnostic Technologies for Global Public health," *Nature*, Vol. 442, No. 7101, pp. 412-418, July 2006.

4. **Δυνατότητα χρηματοδότησης:** Πιθανόν μέσω σχετικών ερευνητικών ιδρυμάτων

5. **Πιθανά μαθήματα** που θα χρειαστεί να παρακολουθήσει ο/η υποψήφιος/α από τον κατάλογο μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. :

Δύο από τα παρακάτω:

1. ΜΠ11 Ειδικά κεφάλαια αρχιτεκτονικής υπολογιστών
2. ΜΠ16 Ειδικά κεφάλαια αναλογικών και μικτών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
3. ΜΠ20 Ειδικά κεφάλαια ασύρματων επικοινωνιών και ηλεκτρομαγνητικών μετρήσεων
4. ΜΠ24 Ειδικά θέματα αναλυτικού, εφαρμοσμένου, υπολογιστικού ηλεκτρομαγνητισμού και διάδοσης κύματος

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

1. **Όνοματεπώνυμο μέλους ΔΕΠ** που υποβάλλει την πρόταση: Αν. Καθηγητής Βασίλης Παυλίδης

2. **Θέμα:** Ολοκληρωμένα κυκλώματα και αρχιτεκτονικές για την τεχνολογία CMOS-Skymions

3. Περιγραφή:

Η συνεχής εξέλιξη της βιομηχανίας ημιαγωγών έχει οδηγήσει σε πλειάδα υβριδικών τεχνολογιών που συνδυάζονται με την καθιερωμένη τεχνολογία CMOS για τη συνέχιση του νόμου του Moore που έχει αποτελέσει τον κύριο οδηγό εξέλιξης της βιομηχανίας αυτής. Μία από αυτές τις τεχνολογίες συνδυάζει κλασικά κυκλώματα CMOS με αναδυόμενες μαγνητικές διατάξεις που εμπίπτουν στην κατηγορία των spintronics, όπου δηλαδή ο φορέας της πληροφορίας δεν είναι το ηλεκτρικό φορτίο αλλά το σπιν των ηλεκτρονίων. Η ξεχωριστή ιδιότητα των διατάξεων αυτών είναι η ικανότητα τους να διατηρούν την πληροφορία και κατά την απουσία τροφοδοσίας (μη-πτητικές διατάξεις). Μία από τις διατάξεις αυτές είναι τα σκυρμιόνια (skymions) [1] και αποτελούν μαγνητικές διατάξεις που διατηρούν την τοπολογία τους (και επομένως την πληροφορία που αναπαριστούν) κατά την απουσία πεδίου (ή παροχής ενέργειας). Αν και οι διατάξεις αυτές βρίσκονται σε πρωτογενές στάδιο, υπάρχει ένα σταθερά αυξανόμενο ενδιαφέρον ως προς τις δυνατές εφαρμογές τους στο χώρο των υπολογιστικών συστημάτων [2], [3], [4].

Το προτεινόμενο Διδακτορικό θέμα στοχεύει να προτείνει τρόπους διασύνδεσης (interfaces) κυκλωμάτων που βασίζονται σε σκυρμιόνια (skymions) με τυπικά κυκλώματα CMOS και τη διερεύνηση αρχιτεκτονικών που χρήσιμα συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των δύο τεχνολογιών. Οι αρχιτεκτονικές αυτές θα είναι ιδιαιτέρως κατάλληλες για φορητά και αυτόνομα ηλεκτρονικά συστήματα καθώς και γενικότερα για ολοκληρωμένα συστήματα όπου η κατανάλωση ισχύος αποτελεί το κυρίαρχο κριτήριο σχεδίασης.

Το Διδακτορικό αυτό θέμα είναι διεπιστημονικό συνδυάζοντας τα γνωστικά πεδία του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού. Η/Ο Υποψήφια/ος, επομένως, θα έχει την ευκαιρία να δειρευνήσει και τα δύο αυτά πεδία και να συνεισφέρει στην προώθηση της υβριδικής αυτής τεχνολογίας που αν και σε εμβρυικό στάδιο αναπτύσσεται ταχύτατα.

Η/Ο Υποψήφια/ος θα πρέπει να διαθέτει βασικές γνώσεις σχεδίασης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων καθώς και γνώση εργαλείων αυτοματοποίησης σχεδίασης τέτοιων κυκλωμάτων. Επίσης, θα υπάρχει επιστημονική συνεργασία με ιδρύματα του εξωτερικού, προσφέροντας άμεσα πρόσβαση σε όποιες βελτιώσεις και εξελίξεις στις σκυρμιονικές διατάξεις και τα σχετικά μοντέλα αυτών.

Επιλεγμένη σχετική βιβλιογραφία:

[1]. A. Fert, V. Cros, J. Sampaio, "Skyrmions on the Track", *Nature Nanotechnology* 8, 152-156 (2013).

- [2]. X. Zhang, M. Ezawa, and Y. Zhou, "Magnetic Skyrmion Logic Gates: Conversion, Duplication and Merging of Skyrmions," *Scientific Reports*, 5, March 2015.
- [3]. T. Bhattacharya *et al.*, "Low-Power (1T1N) Skyrmionic Synapses for Spiking Neuromorphic Systems," *IEEE Access*, Vol. 7, pp. 5034-5044, January 2019.
- [4]. S. Luo *et al.*, "Voltage-Controlled Skyrmion Memristor for Energy-Efficient Synapse Applications," *Proceedings of the IEEE Electron Device Letters*, Vol. 40, No. 4, pp. 635-638, April 2019.
- [5]. M.-C. Chen, A. Sengupta, and K. Roy, "Magnetic Skyrmion as a Spintronic Deep Learning Spiking Neuron Processor," *IEEE Transactions on Magnetics*, Vol. 54, No. 8, August 2018.

4. **Δυνατότητα χρηματοδότησης** : Πιθανόν μέσω σχετικών ερευνητικών ιδρυμάτων

5. **Πιθανά μαθήματα** που θα χρειαστεί να παρακολουθήσει ο/η υποψήφιος/α από τον κατάλογο μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. :

Δύο από τα παρακάτω:

1. ΜΠ16 Ειδικά κεφάλαια αναλογικών και μικτών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
2. ΜΠ24 Ειδικά θέματα αναλυτικού, εφαρμοσμένου, υπολογιστικού ηλεκτρομαγνητισμού και διάδοσης κύματος
3. ΜΠ29 Μαθηματική Φυσική

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

1. **Όνοματεπώνυμο μέλους ΔΕΠ** που υποβάλλει την πρόταση: Αν. Καθ. Παυλίδης Βασίλης

2. **Θέμα:** Διαχείριση κατανάλωσης ισχύος σε πολλαπλά επίπεδα σχεδίασης ολοκληρωμένων συστημάτων με γνώση της διαθέσιμης ενέργειας

3. Περιγραφή:

Ο περιορισμός της κατανάλωσης ισχύος είναι ένα διαχρονικό πρόβλημα της σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων [1]. Στα σύγχρονα ολοκληρωμένα συστήματα και εφαρμογές ηλεκτρονικών, το πρόβλημα αυτό σχετίζεται επίσης με την κατάλληλη στρατηγική διαχείριση ισχύος, ιδιαίτερα όταν η διαθέσιμη ενέργεια του συστήματος είναι περιορισμένη [2]. Η κατάσταση αυτή απαντάται όλο και πιο συχνά σήμερα καθώς υπάρχουν πολλά φορητά προϊόντα καθώς και προϊόντα τροφοδοτούμενα από μη σταθερές πηγές ενέργειας (π.χ. φωτοβολταϊκά, πιεζοηλεκτρικές πηγές, κ.α.). Οι υπάρχουσες μέθοδοι διαχείρισης ενέργειας σε ολοκληρωμένα είναι μη επαρκής για τις καταστάσεις αυτές καθώς (προ)υποθέτουν συνεχή παροχή ενέργειας. Η ασυνεχής και (α)περιοδική φύση της ενέργειας στα συστήματα αυτά απαιτεί νέες μεθόδους και κυκλώματα που θα επιτρέπουν τη μέγιστη υπολογιστική εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής καθώς και την όσο δυνατό αδιάκοπη λειτουργία του συστήματος. Με άλλα λόγια, το σύστημα πρέπει να διατηρεί την κατάσταση του με ελάχιστη ή μηδενική ενέργεια και να προσαρμόζει τις λειτουργίες του ανάλογα με τα διαθέσιμα επίπεδα ενέργειας [3], [4].

Η προϋπόθεση αυτή απαιτεί έναν καινούριο ολιστικό τρόπο σχεδίασης των ψηφιακών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, όπου το υπολογιστικό σύστημα σε ολοκληρωμένο (System on Chip (SoC)), που συχνά συνδυάζει έναν μικροελεγκτή με ποικίλους αισθητήρες, ανταλλάσσει πληροφορία με τη μονάδα παροχής ισχύος (Power Management Unit (PMU)). Με τον τρόπο αυτό το SoC προσαρμόζεται καταλλήλως στις τρέχουσες υπολογιστικές απαιτήσεις (workload) [5] καθώς και την ολοκλήρωση μη-πτητικών μνημών που μπορούν να διατηρήσουν την κατάσταση του συστήματος κατά τα διαστήματα όπου υπάρχει έλλειψη ενέργειας.

Η επίλυση του προβλήματος αυτού απαιτεί την ανάπτυξη κυκλωμάτων και αρχιτεκτονικών τις οποίες θα αναπτύξει η/ο Υποψήφια/ος στα πλαίσια του Διδακτορικού αυτού. Η/Ο Υποψήφια/ος θα έχει την ευκαιρία να αναδείξει την ανάγκη μια συνολικής επαναπροσέγγισης των στρατηγικών διαχείρισης ενέργειας για τα συστήματα σε πεδία εφαρμογών όπως το διαδίκτυο αντικειμένων (Internet of Things (IoT)). Επίσης, οι τεχνικές αυτές μπορούν να στηριχθούν στην υπολογιστική νοημοσύνη ώστε να ελαχιστοποιηθεί το ενεργειακό αποτύπωμα που θα προσθέσουν συνολικά στο σύστημα. Η/Ο Υποψήφια/ος θα αποκτήσει γνώσεις σε ψηφιακά ολοκληρωμένα κυκλώματα και αρχιτεκτονικές καθώς και σε τεχνικές μοντελοποίησης υπολογιστικών συστημάτων σε επίπεδο συστήματος.

Επιλεγμένη σχετική βιβλιογραφία:

- [1]. J. Rabaey, *Low Power Design Essentials (Integrated Circuits and Systems)*, Springer, 2009.
- [2]. K.-H. Chen, *Power Management Techniques for Integrated Circuit Design*, Wiley-IEEE, September 2016.
- [3]. J. Myers *et al.*, "8.1 An 80nW retention 11.7pJ/cycle active subthreshold ARM Cortex-M0+ subsystem in 65nm CMOS for WSN applications," *Proceedings of the IEEE International Solid State Circuits Conference*, 2015.
- [4]. P. A. Hager, H. Fatemi, J. P. de Gyvez, and L. Benini, "A scan-chain based state retention methodology for IoT processors operating on intermittent energy," *Proceedings of the IEEE Design, Automation, and Test in Europe Conference*, pp. 1171-1176, 2017.
- [5]. A. Paul *et al.*, "System-Level Power Analysis of a Multicore Multipower Domain Processor with ON-Chip Voltage Regulators," *IEEE Trans. Very Large Scale Integration (VLSI) Systems*, Vol. 24, no. 12, pp. 3468-3476, Dec. 2016.

4. **Δυνατότητα χρηματοδότησης:** Μάλλον ναι.

5. **Πιθανά μαθήματα** που θα χρειαστεί να παρακολουθήσει ο/η υποψήφιος/α από τον κατάλογο μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Α.Π.Θ. :

Δύο από τα παρακάτω:

1. ΜΠ11 Ειδικά κεφάλαια αρχιτεκτονικής υπολογιστών
2. ΜΠ15 Υπολογιστική νοημοσύνη
3. ΜΠ16 Ειδικά κεφάλαια αναλογικών και μικτών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
4. ΜΠ19 Προηγμένα θέματα αυτομάτου ελέγχου

ΠΡΟΤΑΣΗ ΓΙΑ ΘΕΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Όνοματεπώνυμο μέλους ΔΕΠ που υποβάλλει την πρόταση:

Γεώργιος Ροβιθάκης

Θέμα: «Σχεδίαση Διακοπτικών Συστημάτων σε Περιβάλλον Ελέγχου Προδιαγεγραμμένης Απόδοσης»

Περιγραφή (Συνοπτική περιγραφή της κατάστασης της επιστήμης και της αναμενόμενης συμβολής):

Ο έλεγχος προδιαγεγραμμένης απόδοσης αναπτύχθηκε για να επιβάλει τη διασφάλιση προεπιλεγμένων προδιαγραφών (μέγιστη υπερύψωση, ελάχιστος ρυθμός σύγκλισης, μέγιστο σφάλμα στη μόνιμη κατάσταση) στην απόκριση μη γραμμικών συστημάτων, αβέβαιου δυναμικού μοντέλου, παρουσία εξωγενών διαταραχών. Παραταύτα, εκτεταμένες έρευνες έχουν αναδείξει την ευαισθησία της παραπάνω μεθοδολογίας σε περιβάλλον διακοπτικής λειτουργίας του συστήματος κλειστού βρόχου.

Σκοπός της διδακτορικής διατριβής θα είναι η σχεδίαση διακοπτικών συστημάτων ελέγχου που θα εγγυώνται όχι μόνο την ευστάθεια αλλά και την ευρωστία του συστήματος κλειστού βρόχου σε περιβάλλον Ελέγχου Προδιαγεγραμμένης Απόδοσης.

Δυνατότητα χρηματοδότησης: Ναι

Πιθανά μαθήματα που θα χρειαστεί να παρακολουθήσει ο υποψήφιος από τον κατάλογο μαθημάτων του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του ΤΗΜΜΥ:

- α) Προηγμένα Θέματα αυτομάτου ελέγχου
- β) Ειδικά κεφάλαια Ρομποτικών συστημάτων

