

A/A	Εισηγητής	Αρ. Φοιτητών	Τίτλος Διπλωματικής
1	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	1	Επιθέσεις και πρωτόκολα ασφάλειας σε δίκτυα επικοινωνίας έξυπνων οχημάτων (Security attacks and solutions in automotive)
2	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	1	Αύξηση αποδοτικότητας και αξιοπιστίας σε βιοαισθητήρες που υποστηρίζουν FreeRTOS (Improving real-time task management in biosensors)
3	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	1	Μεθοδολογία αυτοματοποιημένης ανίχνευσης και προστασίας από Δούρειους Ίππους Υλικού (Design methodology and tools for automated detection/protection of/from hardware trojans)
4	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	1	Μεθοδολογία και εργαλεία ασφάλειας σε συσκευές που υποστηρίζουν ARM Trustzone (Design Technologies and abstractions for ARM Trustzone)
5	Ρογδάκης Κων/νος	1	Προσομοίωση κατασκευής και ηλεκτρικού χαρακτηρισμού αντιστάσεων μνήμης (memristors) περοβσκίτη
6	Ρογδάκης Κων/νος	1	Κατασκευή και χαρακτηρισμός εύκαμπτων αισθητήρων φωτός και μηχανικής τάσης με βάση 2d υλικά
7	Ρογδάκης Κων/νος	1	Προσομοίωση κατασκευής και ηλεκτρικού χαρακτηρισμού ηλιακών κελιών περοβσκίτη
8	Ρογδάκης Κων/νος	1	Κατασκευή και χαρακτηρισμός εύκαμπτων αντιστάσεων μνήμης (memristor) με βάση 2d υλικά και εφαρμογές σε νευρωνικά δίκτυα
9	Ρογδάκης Κων/νος	1	Σχεδιασμός και κατασκευή κυκλωματικής πλακέτας για προσομοίωση λειτουργίας συνάψεων και νευρώνων με εφαρμογές σε νευρομορφικούς υπολογιστές
10	Καραμπίδης Κων/νος	1	Πρόβλεψη της κατάθλιψης και των τάσεων αυτοκτονίας χρησιμοποιώντας δημοσιεύσεις των μέσων κοινωνικής δικτύωσης με τεχνικές μηχανικής/βαθιάς μάθησης
11	Τσικνάκης Μανώλης	1	Χρήση Τεχνικών Μηχανικής Μάθησης για την Επιτάχυνση των Προσομοιώσεων Monte Carlo στην Ακτινοθεραπεία και τη Βελτιστοποίηση του Σχεδιασμού Θεραπείας (Machine Learning Techniques for Accelerating Monte Carlo Simulations in Radiotherapy and Optimizing Treatment Planning)



Παράρτημα- Αναλυτική περιγραφή διαθέσιμων διπλωματικών εργασιών τομέα B-  
HMMY

No1

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	Πρωτόκολλα ασφάλειας σε δίκτυα επικοινωνίας έξυπνων οχημάτων (Security solutions in automotive networks)		
<b>Στοιχεία Εισηγητή</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810 379706	
	<b>Email:</b>	mdgramma@cs.hmu.gr	
<b>Τμήμα</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (HMMY), ΕΛΜΕΠΑ		
<b>Τομέας</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών</b>			
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή</b>	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	Κορνάρος Γεώργιος	Μπατσάκης Σωτήριος
	Καθηγητής	Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>			
<p>Εξετάζεται η μελέτη επιθέσεων σε υποσυστήματα αυτοκινήτων, όπως ECU nodes, in-Vehicle ή V2X Gateways και προτείνεται η ανάπτυξη, υλοποίηση, αξιολόγηση και οπτικοποίηση κατάλληλων, χαμηλού κόστους πρωτοκόλλων και μηχανισμών ασφάλειας ανοικτού κώδικα (όπως performance isolation, key management, κλπ) για ένα από τα υποσυστήματα. Έμφαση δίνεται στην προστασία σημαντικών παραμέτρων/εντολών λειτουργίας μέσω της χρήσης βιβλιοθηκών lightweight cryptography ή κυκλωμάτων κρυπτογράφησης (tamper-proof crypto engines ή ICs, π.χ. Microchip security ICs, Zymbit Zymkey κλπ) που είναι διαθέσιμα ή ενοποιούνται μέσω περιφερειακών καναλιών (I2C, SPI, UART) σε breadboard, shields ή mezzanine boards.</p>			
<b>Στόχοι</b>			
<ol style="list-style-type: none"><li>Μελέτη επιθέσεων και σχεδιασμός, ανάλυση, βελτιστοποίηση και αξιολόγηση μηχανισμών ασφάλειας σε δίκτυα οχημάτων</li><li>Υλοποίηση συσκευών (π.χ. OBD loggers) που βελτιώνουν την ασφάλεια σε έξυπνα οχήματα</li></ol>			
<b>Μεθοδολογία</b>			
Γίνεται ανάπτυξη κατάλληλης πρότυπης πλατφόρμας για την μελέτη των μηχανισμών.			
<b>Αναμενόμενα αποτελέσματα</b>			
<ol style="list-style-type: none"><li>Διπλωματική εργασία που αφορά στη μελέτη μηχανισμών ασφάλειας σε έξυπνα αυτοκίνητα (thesis &amp; slides)</li><li>Slides για παρουσίαση</li><li>Βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα που θα ανέβει στο github και περιλαμβάνει τους μηχανισμούς ανίχνευσης &amp; προστασίας</li><li>Πιθανή εργασία ή παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο αν υπάρχουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα</li></ol>			

### **Πεδίο έρευνας**

1. In-vehicle network security
2. Statistical change point detection – IDPS systems

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία**

1. Existing IDPS solutions from github
2. ACM/IEEE papers που θα επιλεγούν με το φοιτητή ανάλογα με το threat model που θα μελετηθεί

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

C και Linux - θέματα ασφάλειας (μαθήματα Προγρ/σμός, Λειτουργικά & Ασφάλεια Συστήματος)

### **ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	Αύξηση αποδοτικότητας και αξιοπιστίας σε βιοαισθητήρες που υποστηρίζουν FreeRTOS (Improving real-time task management in biosensors)		
<b>Στοιχεία Εισηγητή</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379706	
	<b>Email:</b>	mdgramma@cs.hmu.gr	
<b>Τμήμα</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΙΑ		
<b>Τομέας</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών</b>			
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή</b>	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	Κορνάρος Γεώργιος	Μπατσάκης Σωτήριος
	Καθηγητής	Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>			
<p>Η διπλωματική επικεντρώνεται σε εφαρμογές E-Health με βιοαισθητήρες που παρέχουν απομακρυσμένη παρακολούθηση και ανάλυση σε πραγματικό χρόνο δεδομένων από ιατρικούς αισθητήρες. Προτείνεται η μελέτη αποδοτικών μηχανισμών επεξεργασίας (π.χ. αύξησης παραλληλίας, συμπίεσης των δεδομένων) και επικοινωνίας/συγχρονισμού σε πραγματικό χρόνο. Οι μηχανισμοί αυτοί θα δίνουν τη δυνατότητα να αυξηθεί η ρυθμοαπόδοση βιο-αισθητήρων που συνδέονται με κόμβους επικοινωνίας (gateways, servers, cloud systems).</p>			
<b>Στόχοι</b>			
<p>Απώτερος στόχος είναι η υλοποίηση νέου οδηγού συσκευής βιοαισθητήρα που τρέχει σε διπύρνηνο ESP32 με λειτουργικό σύστημα FreeRTOS και παρέχει αποδοτική, ασφαλή και αξιόπιστη επεξεργασία, επικοινωνία και συγχρονισμό, αποφεύγοντας hazards, όπως data races και buffer overflows.</p>			
<b>Μεθοδολογία</b>			
<p>Η προτυποποίηση, μελέτη, αξιολόγηση και επίδειξη αφορά σε αισθητήρες ανοικτού κώδικα που τρέχουν FreeRTOS, όπως το Protocentral Heartypatch. Θα χρησιμοποιηθεί επίσης υπάρχουσα κατανομημένη ενσωματωμένη πλατφόρμα παρακολούθησης που παρέχει δυνατότητα annotation του σήματος σε πραγματικό χρόνο αν ανιχνευθεί κάποιο είδος καρδιακής αρρυθμίας.</p>			
<b>Αναμενόμενα αποτελέσματα</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Διπλωματική εργασία που αφορά στη μελέτη, ανάλυση και βελτιστοποίηση οδηγού RTOS για βιοαισθητήρα (thesis &amp; slides)</li> <li>2. Βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα που θα ανέβει στο github και αφορά στην αποδοτική χρήση του αισθητήρα</li> <li>3. Πιθανή εργασία ή παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο αν υπάρχουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα</li> </ol>			
<b>Πεδίο έρευνας</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Βιοαισθητήρες - HW/SW architecture</li> <li>2. Real-Time Operating Systems, ειδικότερα task management &amp; Inter-Process Communication (IPC)</li> </ol>			

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία**

1. IEEE papers που αφορούν σε θέματα encoding/compression, real-time monitoring κλπ
2. FreeRTOS manuals & code

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

C και Linux/RTOS - ενσωματωμένα συστήματα πραγματικού χρόνου (μαθήματα Προγρ/σμός, Λειτουργικά & Λογισμικό Συστήματος)

### **ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	Μελέτη οδηγών, βιβλιοθηκών και εργαλείων σχεδιασμού εφαρμογών σε συστήματα που υποστηρίζουν ισχυρά πρωτόκολλα ασφάλειας (Abstractions and Design Technologies in Systems Supporting Hardware Security)		
<b>Στοιχεία Εισηγητή</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379706	
	<b>Email:</b>	mdgramma@cs.hmu.gr	
<b>Τμήμα</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΙΑ		
<b>Τομέας</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών</b>	1 ή 2 φοιτητές		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών</b>			
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή</b>	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	Κορνάρος Γεώργιος	Μπατσάκης Σωτήριος
	Καθηγητής	Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>			
<p>Η διπλωματική επικεντρώνεται στη μελέτη προγραμμάτων οδηγών, βιβλιοθηκών ή/και συναφών εργαλείων σχεδιασμού εφαρμογών που υποστηρίζουν ισχυρά πρωτόκολλα ασφάλειας που βασίζονται σε υλικό, όπως α) κρυπτογραφικά κυκλώματα (crypto engines ή ICs) ή β) ARM Trustzone που αξιοποιεί τεχνικές bi-partitioning (rich/secure world). Στην πρώτη περίπτωση εξετάζονται τα low- και high-level APIs και σχεδιάζονται ασφαλή πρωτόκολλα επικοινωνίας. Στη δεύτερη περίπτωση εξετάζεται η μεθοδολογία σχεδιασμού που ακολουθείται μέσω Microchip/ATMEL Studio για ARM Cortex-M23 και συγκρίνεται με τις απλουστεύσεις που υποστηρίζει το Kinibi-M Trusted Execution Environment (TEE) της Trustonic.</p> <p><b>Στόχοι</b></p> <p>Ανάλυση προγραμμάτων οδηγών hardware security modules ή μεθοδολογίας σχεδιασμού εφαρμογών TEE και δημιουργία επεκτάσεων σε επίπεδο χρήστη που αφορούν σε ασφαλή πρωτόκολλα επικοινωνίας ή/και απομόνωση (isolation) περιοχών μνήμης ή συσκευών I/O.</p> <p><b>Μεθοδολογία</b></p> <p>Για πειραματισμό θα χρησιμοποιηθούν crypto ICs π.χ. Zymbit Zymkey, Microchip ATEC*08 series, STM STSAFE A100, και η πλατφόρμα Microchip ATSAML11 όπου θα εξεταστεί η προστασία δεδομένων από αισθητήρες (Xplained Pro Extensions).</p> <p><b>Αναμενόμενα αποτελέσματα</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Διπλωματική εργασία που αφορά σε ισχυρά πρωτόκολλα ασφάλειας: hardware security modules ή TEE (thesis &amp; slides)</li> <li>Προγράμματα οδηγών/εφαρμογών που βελτιώνουν/επεκτείνουν ισχυρά πρωτόκολλα ασφάλειας στο github</li> <li>Πιθανή εργασία ή παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο αν υπάρχουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα</li> </ol> <p><b>Πεδίο έρευνας</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cryptography and security protocols</li> </ol>			

2. Hardware security modules ή/και Trusted Execution Environment

**Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

1. Code from hardware security modules ή εργαλεία Microchip & Trustonic
2. ACM/IEEE papers που αφορούν σε αντίστοιχα θέματα ασφάλειας

**ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

C και Linux - θέματα ασφάλειας (μαθήματα Προγρ/σμός, Λειτουργικά & Ασφάλεια Συστήματος)

**ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**



<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	Μεθοδολογία αυτοματοποιημένης ανίχνευσης και προστασίας από Δούρειους Ίππους Υλικού (Design methodology and tools for automated detection/protection of/from hardware trojans)		
<b>Στοιχεία Εισηγητή</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379706	
	<b>Email:</b>	mdgamma@cs.hmu.gr	
<b>Τμήμα</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΙΑ		
<b>Τομέας</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών</b>			
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή</b>	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Γραμματικάκης Μιλτιάδης	Κορνάρος Γεώργιος	Μπατσάκης Σωτήριος
	Καθηγητής	Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>			
<p>Η πειρατεία σε IP (Intellectual Property) και ειδικότερα η διάσπαση του σχεδιασμού μέσω δούρειου ίππου υλικών (hardware trojans) εστιάζει στην ενσωμάτωση κακόβουλων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων σε διάφορα στάδια του κύκλου σχεδιασμού του ολοκληρωμένου κυκλώματος (IC) ή στη σχεδιαστική αλυσίδα. Αυτές οι επιθέσεις είναι μια σημαντική απειλή κατά τη διάρκεια του IP integration συστημάτων, όπως επεξεργαστές, μνήμες, I/O συσκευές κλπ. Συνήθως στοχοποιούνται εμπορικές συσκευές που αφορούν σε οικονομικές συναλλαγές ή κυβερνοφυσικά συστήματα. Εξετάζεται μεθοδολογία που αφορά σε πρότυπα προσδιορισμού ευαίσθητων υποσυστημάτων με αδυναμίες ασφάλειας ή κακόβουλες προσθήκες. Αυτά αφορούν σε αλλαγή λειτουργικότητας, διαρροή ή τροποποίηση πολύτιμων πληροφοριών από θύρες εισόδου ή εξόδου, ή μείωση της αξιοπιστίας μέσω δυσλειτουργίας της σχεδίασης. Επίσης εξετάζεται η ανίχνευση και αποτροπή της εγκατάστασης κυκλωμάτων αντίστροφης μηχανικής (reverse engineering).</p>			
<b>Στόχοι:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Αναπτύσσονται πρότυπα πρόβλεψης προβλημάτων ασφαλείας εντός της σχεδίασης.</li> <li>Αναπτύσσονται μοντέλα άμυνας, π.χ. ανίχνευσης και αποτροπής της εγκατάστασης κακόβουλων κυκλωμάτων.</li> </ol>			
<b>Μεθοδολογία</b>			
Για την πειραματική μελέτη θα χρησιμοποιηθεί safety-critical σύστημα ή δίκτυο σε τσιπ			
<b>Αναμενόμενα αποτελέσματα:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Διπλωματική εργασία που περιλαμβάνει μελέτη, ανάλυση και βελτιστοποίηση μηχανισμών ασφαλείας (thesis &amp; slides)</li> <li>Βιβλιοθήκη ανοικτού κώδικα που περιλαμβάνει μηχανισμούς ανίχνευσης και αποτροπής στο github</li> <li>Πιθανή εργασία ή παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο αν υπάρχουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα</li> </ol>			
<b>Πεδίο έρευνας:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Security Weaknesses and Hardware Trojans</li> </ol>			

## 2. Hardware Vulnerabilities & IEEE P3164 (IP Security Assurance)

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

IEEE Standard & papers (επιλεγμένα ανάλογα με τους τρόπους επίθεσης που θα μελετηθούν σε συνεργασία με το φοιτητή)

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

C & Embedded Security - θέματα ασφάλειας (μαθήματα Προγρ/σμός, Οργάνωση Υπολογιστών, Λειτουργικά & Ασφάλεια Συστήματος)

### **ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>	Προσομοίωση κατασκευής και ηλεκτρικού χαρακτηρισμού αντιστάσεων μνήμης (memristors) περοβσκίτη		
<b>Στοιχεία Εισηγητή:</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379775	
	<b>Email:</b>	krogdakis@hmu.gr	
<b>Τμήμα:</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΑ		
<b>Τομέας:</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος:</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών:</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών:</b> (αν υπάρχουν)	-		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:</b>  (ονοματεπώνυμο και ιδιότητα, αν υπάρχουν)	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	Εμμανουήλ Κυμάκης	Κωνσταντίνος Πετρίδης
	Επ. Καθηγητής	Καθηγητής	Αν. Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>			
<p>Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εξοικείωση και εκμάθηση λογισμικού TCAD (συγκεκριμένα του Synopsys [1]) για την προσομοίωση διαδικασιών κατασκευής οπτοηλεκτρονικών διατάξεων (process simulation) αλλά και την προσομοίωση λειτουργίας ηλεκτρονικών διατάξεων (device simulation). Η φοιτήτρια (ή ο φοιτητής) θα έχει πρόσβαση σε workstation με εγκατεστημένη άδεια χρήσης λογισμικού TCAD για την πραγματοποίηση όλων των προσομοιώσεων αλλά και την ανάλυση δεδομένων.</p> <p>Ειδικότερα, σκοπός της εργασίας είναι η προσομοίωση τόσο της διαδικασίας κατασκευής αλλά και του οπτο-ηλεκτρονικού χαρακτηρισμού αντιστάσεων μνήμης (memristors) με βάση περοβσκίτη (mixed halide perovskites) οι οποίες παράλληλα επιτρέπουν την μετατροπή ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Τα συγκεκριμένα ηλιακά κελιά με ταυτόχρονη δυνατότητα λειτουργίας ως αντιστάσεις μνήμης αναμένεται να οδηγήσουν σε συσκευές επεξεργασίας δεδομένων χωρίς την ανάγκη παροχής εξωτερικής ισχύος (self-powered devices).</p> <p><b>Στόχοι:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Προσομοίωση διαδικασιών κατασκευής αντιστάσεων μνήμης περοβσκίτη με τεχνικές υγρής χημείας χρησιμοποιώντας λογισμικό TCAD περιλαμβάνοντας επίστρωση περιστροφής, εξάχνωση μετάλλου, κ.α.</li> <li>2. Βελτιστοποίηση στοιχειομετρίας ενεργού περιοχής περοβσκίτη αλλά και επιφανειακών ενεργειακών παγίδων.</li> <li>3. Βελτιστοποίηση στρωμάτων εξαγωγής φορέων (ηλεκτρονίων και οπών) μέσω επιλογής κατάλληλων υλικών (πολυμερή, 2D υλικά κ.α), πάχος υμενίων, θερμοκρασία και τρόπος εναπόθεσης υλικών κ.α.</li> <li>4. Βελτιστοποίηση της δομής της διάταξης μέσω μελέτης των ενεργειακών επιπέδων κάθε στρώματος της διάταξης (layer) στοχεύοντας στον έλεγχο φραγμάτων δυναμικού (Schottky barriers).</li> <li>5. Προσομοίωση οπτο-ηλεκτρονικού χαρακτηρισμού συσκευών αντιστάσεων μνήμης περιλαμβάνοντας καμπύλες ρεύματος τάσης, χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (state endurance, retention) και ON/OFF ratio κ.α.</li> </ol>			

6. Προσομοίωση νευρομορφικών ιδιοτήτων των συσκευών όπως φαινόμενα σύντομης και εκτεταμένης μνήμης, πλαστικότητας κ.α., καθώς και έλεγχο τους με φως.

### **Μεθοδολογία**

Η θεωρητική μελέτη θα στηριχθεί σε πειραματικά δεδομένα που έχει δημοσιεύσει ήδη ο επιβλέπων της εργασίας σε συνεργασία με ερευνητικά μέλη της ομάδας nano@HMU. [2-8] Πειραματικές παράμετροι σε επίπεδο ιδιοτήτων υλικών αλλά και γεωμετρίας διατάξεων θα χρησιμοποιηθούν ως είσοδος στις προσομοιώσεις με σκοπό την αναπαραγωγή της πειραματικής συμπεριφοράς των διατάξεων. Μετά την επίτευξη αυτού του σκοπού, οι προσομοιώσεις θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω επιτρέποντας την βελτιστοποίηση της πειραματικής διάταξης και της οπτο-ηλεκτρονικής συμπεριφοράς και απόδοσης των συσκευών.

### **Αναμενόμενα αποτελέσματα:**

1. Εκπόνηση διπλωματική εργασία φοιτήτριας/φοιτητή.
2. Δημιουργία ενός αξιόπιστου μοντέλου προσομοίωσης κατασκευής διατάξεων αντιστάσεων μνήμης με βάση περοβσκίτες, αλλά και της προσομοίωσης της οπτο-ηλεκτρονικής συμπεριφοράς των διατάξεων. Η αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικών δεδομένων αλλά και αξιόπιστων προσομοιώσεων θα οδηγήσει σε βελτιστοποίηση της απόδοσης των πειραματικών διατάξεων σε λιγότερο χρόνο αλλά και με μικρότερο κόστος (π.χ., λιγότερα πειράματα θα απαιτηθούν μετά από την «καθοδήγηση» των πειραμάτων με βάση τις θεωρητικές προσομοιώσεις).
3. Πιθανή δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ή και παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο.

### **Πεδίο έρευνας:**

1. Προσομοιώσεις κατασκευής και χαρακτηρισμού ημιαγωγικών διατάξεων
2. Αντιστάσεις μνήμης για διατάξεις νευρομορφικής υπολογιστικής
3. Ηλιακές κυψελίδες  $3^{rd}$  γενιάς με βάση περοβσκίτες
4. Εκτυπώσιμα βιώσιμα ηλεκτρονικά

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

1. <https://www.synopsys.com/manufacturing/tcad.html>
2. K. Rogdakis et al. RSC Materials Advances, 3, 7002-7014 (2022)
3. M. Loizos, K. Rogdakis et al. Discover Materials 2, 11 (2022)
4. M. Loizos, K. Rogdakis et al., The Journal of Physical Chemistry Letters 15 (30), 7635-7644 (2024)
5. M. Loizos, K. Rogdakis et al., Nanoscale Horiz., 9, 1146-1154 (2024)
6. G. Psaltakis, K. Rogdakis, et al., IEEE Journal on Flexible Electronics, DOI: 10.1109/JFLEX.2024.3390671 (2024)
7. G. Psaltakis, K. Rogdakis, M. Loizos and E. Kymakis, Discover Materials 4, 7 (Nature Springer) (2024).
8. K. Rogdakis, K. Chatzimanolis, G. Psaltakis, N. Tzoganakis, T. D. Anthopoulos and E. Kymakis, Advanced Electronic Materials, 2300424 (2023)

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

Βασική γνώση θεωρίας ημιαγωγικών διατάξεων και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Γνώση λογισμικού ανάλυσης δεδομένων (π.χ Origin). Εξοικείωση με βασικό προγραμματισμό και Python για επεξεργασία μεγάλων δεδομένων θα εκτιμηθεί.

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>	Κατασκευή και χαρακτηρισμός εύκαμπτων αισθητήρων φωτός και μηχανικής τάσης με βάση 2d υλικά		
<b>Στοιχεία Εισηγητή:</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379775	
	<b>Email:</b>	krogdakis@hmu.gr	
<b>Τμήμα:</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΙΑ		
<b>Τομέας:</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος:</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών:</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών:</b> (αν υπάρχουν)	-		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:</b>  (ονοματεπώνυμο και ιδιότητα, αν υπάρχουν)	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	Εμμανουήλ Κυμάκης	Κωνσταντίνος Πετρίδης
	Επ. Καθηγητής	Καθηγητής	Αν. Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>			
<p>Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η κατασκευή εύκαμπτων αισθητήρων φωτός και μηχανικής τάσης με βάση 2d υλικά με τεχνικές υγρής χημείας. Σε συνεργασία με άλλα μέλη της ερευνητικής ομάδας nano@HMU, η φοιτήτρια/ ο φοιτητής θα παρασκευάσει κατάλληλα μελάνια (inks) με βάση 2d υλικά. Το ιξώδες των μελανιών αλλά και το είδος του διαλύτη θα προσαρμοστεί στις προδιαγραφές της μεθόδου εκτύπωσης που θα επιλεγεί (spin coating, spray coating κ.). Η εκτύπωση του υμενίου με βάση 2d υλικά θα πραγματοποιηθεί πάνω σε εύκαμπτο υπόστρωμα όπως χαρτί ή βιώσιμο πολυμερές, ώστε να είναι δυνατή η μελέτη της μηχανικής τάσης στις οπτο-ηλεκτρονικές ιδιότητες του υμενίου. Ηλεκτρόδια σε μορφή χτένας [(Interdigitated Electrodes (IDE))] θα τυπωθούν είτε πριν την εναπόθεση του υμενίου ή μετά την επίστρωση του υλικού, τα οποία θα επιτρέψουν την μέτρηση της αντίστασης του υμενίου υπό τη μεταβολή της οπτικής ακτινοβολίας ή μηχανικής τάσης ή συνδυασμός τους.</p> <p>Ο αναλυτικός οπτοηλεκτρονικός χαρακτηρισμός των διατάξεων θα πραγματοποιηθεί σε εξειδικευμένη πειραματική διάταξη με στόχο τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των συσκευών υπό συνθήκες μεταβλητού φωτός και μηχανικής τάσης (στατική αλλά και δυναμική εναλλαγή).</p> <p><b>Στόχοι:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Παρασκευή κατάλληλων μελανιών με βάση 2d υλικά και χαρακτηρισμός τους.</li> <li>8. Επιλογή τεχνολογίας εκτύπωσης των υμενίων με βάση 2d υλικά, και βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων τους.</li> <li>9. Κατασκευή ηλεκτροδίων για την καταγραφή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας υμενίων</li> <li>10. Προετοιμασία θαλάμου καταγραφής των ιδιοτήτων των υμενίων υπό συνθήκες μεταβλητού φωτός και μηχανικής τάσης (στατική αλλά και δυναμική εναλλαγή).</li> <li>11. Μελέτη απόδοσης αισθητήρων φωτός και μηχανικής τάσης μέσω μετρήσεων αντίστασης υπό ηλεκτρικούς και οπτικούς παλμούς αλλά και εφαρμογή μεταβαλλόμενης μηχανικής τάσης.</li> </ol> <p><b>Μεθοδολογία</b></p>			

Η πειραματική μελέτη θα στηριχθεί σε δεδομένα που έχει δημοσιεύσει ήδη ο επιβλέπων της εργασίας σε συνεργασία με ερευνητικά μέλη της ομάδας nano@HMU. [1-3] Η ομάδα nano@HMU έχει ήδη αναπτύξει πρωτόκολλα παρασκευής μελανιών για τεχνικές spray με στόχο την ανάπτυξη αισθητήρων με βάση 2d υλικά. Η φοιτήτρια/ ο φοιτητής θα συμμετάσχει στην περαιτέρω βελτίωση της ποιότητας των εκτυπωμένων υμενίων, αλλά και στην τελειοποίηση του θαλάμου μελέτης των ιδιοτήτων των αισθητήρων (αυτοματισμός ελέγχου υγρασίας, φωτός, μηχανικής τάσης κα). Θα πραγματοποιηθεί συγκριτική μελέτη αισθητήρων με βάση διάφορα καινοτόμα 2d υλικά.

#### **Αναμενόμενα αποτελέσματα:**

4. Εκπόνηση διπλωματική εργασίας φοιτήτριας/φοιτητή.
5. Δημιουργία ενός αξιόπιστου πρωτοκόλλου κατασκευής και χαρακτηρισμού εύκαμπτων αισθητήρων με μεγάλη επαναληψιμότητα.
6. Βελτιστοποίηση αυτοματισμού θαλάμου χαρακτηρισμού αισθητήρων καθώς και βαθμονόμηση του αναφορικά με τον έλεγχο ακτινοβολίας, θερμοκρασίας, υγρασίας και μηχανικής τάσης.
7. Πιθανή δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ή και παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο.

#### **Πεδίο έρευνας:**

5. Παρασκευή μελανιών με βάση 2d υλικά για διάφορες τεχνολογίες εκτύπωσης
6. Τεχνολογίες εκτύπωσης ηλεκτρονικών διατάξεων
7. Αυτόματος έλεγχος θαλάμου ελέγχου απόδοσης αισθητήρων
8. Αναδύομενη μετατροπείς ενέργειας (π.χ moisture energy harvesters)
9. Εκτυπώσιμα βιώσιμα ηλεκτρονικά

#### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

9. C. Polyzoidis, K. Rogdakis et al., 2023, Advanced Materials Technologies 8, 2300203
10. K. Anagnostou et al., 2022, Coatings 12 (12), 1970
11. K. Rogdakis, N. Karakostas and E. Kymakis 2021, Energy & Environmental Science, 14, 3352

#### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

Βασική γνώση χημείας και παρασκευής/χαρακτηρισμού υλικών. Γνώση αυτομάτου ελέγχου και βασικών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Γνώση λογισμικού ανάλυσης δεδομένων (π.χ Origin).

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>	Προσομοίωση κατασκευής και ηλεκτρικού χαρακτηρισμού ηλιακών κελιών περοβσκίτη		
<b>Στοιχεία Εισηγητή:</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379775	
	<b>Email:</b>	krogdakis@hmu.gr	
<b>Τμήμα:</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΙΑ		
<b>Τομέας:</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος:</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών:</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών:</b> (αν υπάρχουν)	-		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:</b>  (ονοματεπώνυμο και ιδιότητα, αν υπάρχουν)	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	Εμμανουήλ Κυμάκης	Κωνσταντίνος Πετρίδης
	Επ. Καθηγητής	Καθηγητής	Αν. Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>			
<p>Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εξοικείωση και εκμάθηση λογισμικού TCAD (συγκεκριμένα του Synopsys [1]) για την προσομοίωση διαδικασιών κατασκευής οπτοηλεκτρονικών διατάξεων (process simulation) αλλά και την προσομοίωση λειτουργίας ηλεκτρονικών διατάξεων (device simulation). Η φοιτήτρια (ή ο φοιτητής) θα έχει πρόσβαση σε workstation με εγκατεστημένη άδεια χρήσης λογισμικού TCAD για την πραγματοποίηση όλων των προσομοιώσεων αλλά και την ανάλυση δεδομένων.</p> <p>Ειδικότερα, σκοπός της εργασίας είναι η προσομοίωση τόσο της διαδικασίας κατασκευής αλλά και του οπτο-ηλεκτρονικού χαρακτηρισμού ηλιακών κελιών με βάση περοβσκίτη (mixed halide perovskites). Η διαδικασία βελτιστοποίησης της φωτοβολταϊκής δομής και κατάλληλης επιλογής υλικών σε κάθε στρώμα ενός ηλιακού κελιού με χρήση καινοτόμων υλικών όπως γραφενίου και άλλων 2D υλικών θα οδηγήσει σε βελτίωση της απόδοσης μετατροπής ισχύος αλλά και της αντοχής της διάταξης σε συνθήκες συνεχής λειτουργίας υπό ηλιακή ακτινοβολία, υψηλή θερμοκρασία και υγρασία.</p>			
<b>Στόχοι:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Προσομοίωση διαδικασιών κατασκευής ηλιακών κελιών περοβσκίτη με τεχνικές υγρής χημείας χρησιμοποιώντας λογισμικό TCAD περιλαμβάνοντας επίστρωση περιστροφής, εξάχνωση μετάλλου, κ.α.</li> <li>13. Βελτιστοποίηση στοιχειομετρίας ενεργού περιοχής περοβσκίτη αλλά και επιφανειακών ενεργειακών παγίδων.</li> <li>14. Βελτιστοποίηση στρωμάτων εξαγωγής φορέων (ηλεκτρονίων και οπών) μέσω επιλογής κατάλληλων υλικών (πολυμερή, 2D υλικά κ.α), πάχος υμενίων, θερμοκρασία και τρόπος εναπόθεσης υλικών κ.α.</li> <li>15. Βελτιστοποίηση της δομής της διάταξης μέσω μελέτης των ενεργειακών επιπέδων κάθε στρώματος της διάταξης (layer) στοχεύοντας στην εξάλειψη τυχών φραγμάτων δυναμικού (Schottky barriers).</li> <li>16. Προσομοίωση οπτο-ηλεκτρονικού χαρακτηρισμού ηλιακών κελιών περιλαμβάνοντας καμπύλες ρεύματος τάσης σε διαφορετική ένταση ηλιακής ακτινοβολίας, και εξαγωγή παραμέτρων όπως Voc, Isc, fill factor και απόδοσης PCE.</li> </ol>			

17. Προσομοίωση αντοχής ηλιακών κυψελίδων σε συνθήκες έντονης ηλιακής ακτινοβολίας, υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας ακολουθώντας πρωτόκολλα ISOS. Μελέτη επίδρασης φάσματος ακτινοβολίας στα παραπάνω φαινόμενα.

### **Μεθοδολογία**

Η θεωρητική μελέτη θα στηριχθεί σε πειραματικά δεδομένα που έχει δημοσιεύσει ήδη ο επιβλέπων της εργασίας σε συνεργασία με ερευνητικά μέλη της ομάδας nano@HMU. [2-8] Πειραματικές παράμετροι σε επίπεδο ιδιοτήτων υλικών αλλά και γεωμετρίας διατάξεων θα χρησιμοποιηθούν ως είσοδος στις προσομοιώσεις με σκοπό την αναπαραγωγή της πειραματικής συμπεριφοράς των διατάξεων. Μετά την επίτευξη αυτού του σκοπού, οι προσομοιώσεις θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω επιτρέποντας την βελτιστοποίηση της πειραματικής διάταξης και της οπτο-ηλεκτρονικής συμπεριφοράς και απόδοσης των συσκευών.

### **Αναμενόμενα αποτελέσματα:**

8. Εκπόνηση διπλωματική εργασία φοιτήτριας/φοιτητή.
9. Δημιουργία ενός αξιόπιστου μοντέλου προσομοίωσης κατασκευής ηλιακών κελιών με βάση περοβσκίτες, αλλά και της προσομοίωσης της οπτο-ηλεκτρονικής συμπεριφοράς των διατάξεων. Η αλληλεπίδραση μεταξύ πειραματικών δεδομένων αλλά και αξιόπιστων προσομοιώσεων θα οδηγήσει σε βελτιστοποίηση της απόδοσης των πειραματικών διατάξεων σε λιγότερο χρόνο αλλά και με μικρότερο κόστος (π.χ., λιγότερα πειράματα θα απαιτηθούν μετά από την «καθοδήγηση» των πειραμάτων με βάση τις θεωρητικές προσομοιώσεις).
10. Πιθανή δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ή και παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο.

### **Πεδίο έρευνας:**

10. Προσομοιώσεις κατασκευής και χαρακτηρισμού ηλιακών κελιών 3<sup>ης</sup> γενιάς
11. Τεχνολογία και αρχή λειτουργίας φωτοβολταϊκών διατάξεων
12. Ηλιακές κυψελίδες 3<sup>ης</sup> γενιάς με βάση περοβσκίτες
13. Εκτυπώσιμα βιώσιμα ηλεκτρονικά

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

12. <https://www.synopsys.com/manufacturing/tcad.html>
13. M. Almalki, et al., 2024 Journal of Energy Chemistry 96, p. 483-490
14. D. Tsikritzis et al, 2024 Sustainable Energy Fuels, 8, 2180-2190
15. M. Tountas et al., 2023 ACS Applied Electronic Materials, 5, 11, 6228–6235
16. K. Rogdakis and E. Kymakis 2023 Device, 1 (5)
17. M. Loizos, M. Tountas, P. Mangelis, K. Rogdakis, E. Kymakis, 2023 APL Energy 1, 026102 (2023) DOI: 10.1063/5.0144330
18. S. Pescetelli et al. 2022 Nature Energy 7, p. 597–607
19. C. Polyzoidis, K Rogdakis, E Kymakis 2021 Advanced Energy Materials 11 (38), 2101854

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

Βασική γνώση θεωρίας οπτο-ηλεκτρονικών διατάξεων και φωτοβολταϊκών κελιών. Γνώση λογισμικού ανάλυσης δεδομένων (π.χ Origin). Εξοικείωση με βασικό προγραμματισμό και Python για επεξεργασία μεγάλων δεδομένων θα εκτιμηθεί.



<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>	Κατασκευή και χαρακτηρισμός εύκαμπτων αντιστάσεων μνήμης (memristor) με βάση 2δ υλικά και εφαρμογές σε νευρωνικά δίκτυα		
<b>Στοιχεία Εισηγητή:</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379775	
	<b>Email:</b>	krogdakis@hmu.gr	
<b>Τμήμα:</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΙΑ		
<b>Τομέας:</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος:</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών:</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών:</b> (αν υπάρχουν)	-		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:</b>  (ονοματεπώνυμο και ιδιότητα, αν υπάρχουν)	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	Εμμανουήλ Κυμάκης	Κωνσταντίνος Πετρίδης
	Επ. Καθηγητής	Καθηγητής	Αν. Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>			
<p>Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η κατασκευή αντιστάσεων μνήμης με βάση 2δ υλικά με τεχνικές υγρής χημείας πάνω σε εύκαμπτα υποστρώματα. Η φοιτήτρια (ή ο φοιτητής) θα έχει πρόσβαση στους εργαστηριακούς χώρους της ερευνητικής ομάδας του nano@HMU. Το πρώτο βήμα προς την υλοποίηση της διπλωματικής εργασίας είναι η παρασκευή και ο χαρακτηρισμός κατάλληλων μελανιών με βάση 2δ υλικά. Η παρασκευή θα βασιστεί σε αποφλοιώση υγρής φάσης (Liquid phase exfoliation), ενώ υμενία με βάση 2δ υλικά θα αναπτυχθούν με τεχνολογία ψεκασμού. Κάθετες δομές μετάλλου/ υμενίου 2δ υλικών/ διαπερατού στο φως ηλεκτροδίου με βάση νανουλικά θα παρασκευαστούν με στόχο την κατασκευή αντιστάσεων μνήμης δύο ηλεκτροδίων. Η εκτύπωση του υμενίου με βάση 2δ υλικά θα πραγματοποιηθεί πάνω σε εύκαμπτο υπόστρωμα όπως χαρτί ή βιώσιμο πολυμερές, ώστε να είναι δυνατή η μελέτη της μηχανικής τάσης στις οπτο-ηλεκτρονικές ιδιότητες του υμενίου. Εκτενής οπτο-ηλεκτρονικός χαρακτηρισμός της τελικής διάταξης περιλαμβάνει καμπύλες ρεύματος τάσης, χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (endurance, retention), νευρομορφικές ιδιότητες όπως φαινόμενα σύντομης και εκτεταμένης μνήμης, πλαστικότητας κ.α. Προσομοίωση τεχνητών νευρωνικών δικτύων για εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων.</p>			
<b>Στόχοι:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Παρασκευή κατάλληλων μελανιών με βάση 2δ υλικά και χαρακτηρισμός τους.</li> <li>19. Χρήση τεχνολογίας ψεκασμού για την ανάπτυξη υμενίων με βάση 2δ υλικά, και βελτιστοποίηση των ιδιοτήτων τους (πάχος, τραχύτητα, κλπ.).</li> <li>20. Κατασκευή ηλεκτροδίων της αντίστασης μνήμης περιλαμβάνοντας θερμική εξάχνωση μετάλλου αλλά και τεχνικές υγρής χημείας για την παρασκευή διαπερατών στο φως ηλεκτροδίων με βάση νανουλικά όπως γραφένιο κ.α.</li> <li>21. Οπτο-ηλεκτρονικός χαρακτηρισμός συσκευών αντιστάσεων μνήμης περιλαμβάνοντας καμπύλες ρεύματος τάσης, χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (state endurance, retention) και ON/OFF ratio κ.α.</li> <li>22. Μελέτη νευρομορφικών ιδιοτήτων των συσκευών όπως φαινόμενα σύντομης και εκτεταμένης μνήμης, πλαστικότητας κ.α., καθώς και έλεγχο τους με φως.</li> </ol>			

23. Προσομοίωση τεχνιτών νευρωνικών δικτύων για εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων.

### **Μεθοδολογία**

Η μελέτη θα στηριχθεί σε πειραματικά δεδομένα που έχει δημοσιεύσει ήδη ο επιβλέπων της εργασίας σε συνεργασία με ερευνητικά μέλη της ομάδας napano@HMU αναφορικά σε αντιστάσεις μνήμης με βάση περοβοσκίτες. [1-7] Η ομάδα napano@HMU έχει ήδη αναπτύξει πρωτόκολλα παρασκευής μελανιών για τεχνικές spray με στόχο την ανάπτυξη αισθητήρων με βάση 2d υλικά. Η τεχνογνωσία αυτή θα αποτελέσει βάση για την ομαλή ανάπτυξη ανάλογων αντιστάσεων μνήμης με χρήση 2d υλικών ως το ενεργό υλικό. Διάφορα ενδιάμεσα στρώματα θα δοκιμαστούν μεταξύ των ηλεκτροδίων και της ενεργού περιοχής με σκοπό τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των συσκευών όσον αφορά τις καμπύλες ρεύματος τάσης, τα χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (state endurance, retention) και το ON/OFF ratio. Τέλος η φοιτήτρια/ο φοιτητής θα αναπτύξει προσομοιώσεις νευρωνικών δικτύων για εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων. [5,6]

### **Αναμενόμενα αποτελέσματα:**

11. Εκπόνηση διπλωματική εργασίας φοιτήτριας/φοιτητή.
12. Δημιουργία διατάξεων αντιστάσεων μνήμης με βάση 2d υλικά με χρήση τεχνολογιών εκτύπωσης σε εύκαμπτα υποστρώματα.
13. Εκτεταμένος οπτο-ηλεκτρονικός χαρακτηρισμός των συσκευών υπό μηχανική τάση.
14. Προσομοίωση τεχνιτών νευρωνικών δικτύων για εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων.
15. Πιθανή δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ή και παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο.

### **Πεδίο έρευνας:**

14. Κατασκευή ημιαγωγικών διατάξεων με τεχνικές υγρής χημείας και εκτενής χαρακτηρισμός
15. Αντιστάσεις μνήμης για διατάξεις νευρομορφικής υπολογιστικής
16. Εκτυπώσιμα βιώσιμα ηλεκτρονικά κατασκευασμένα σε εύκαμπτα υποστρώματα
17. Τεχνητά νευρωνικά δίκτυα για εφαρμογές αναγνώρισης προτύπων.

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

20. K. Rogdakis et al. RSC Materials Advances, 3, 7002-7014 (2022)
21. M. Loizos, K. Rogdakis et al. Discover Materials 2, 11 (2022)
22. M. Loizos, K. Rogdakis et al., The Journal of Physical Chemistry Letters 15 (30), 7635-7644 (2024)
23. M. Loizos, K. Rogdakis et al., Nanoscale Horiz., 9, 1146-1154 (2024)
24. G. Psaltakis, K. Rogdakis, et al., IEEE Journal on Flexible Electronics, DOI: 10.1109/JFLEX.2024.3390671 (2024)
25. G. Psaltakis, K. Rogdakis, M. Loizos and E. Kymakis, Discover Materials 4, 7 (Nature Springer) (2024).
26. K. Rogdakis, K. Chatzimanolis, G. Psaltakis, N. Tzoganakis, T. D. Anthopoulos and E. Kymakis, Advanced Electronic Materials, 2300424 (2023)

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

Βασική γνώση θεωρίας ημιαγωγικών διατάξεων και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Γνώση λογισμικού ανάλυσης δεδομένων (π.χ Origin). Εξοικείωση με βασικό προγραμματισμό και Python για επεξεργασία μεγάλων δεδομένων αλλά και σε προσομοίωση τεχνιτών νευρωνικών δικτύων θα εκτιμηθεί.

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>	Σχεδιασμός και κατασκευή κυκλωματικής πλακέτας για προσομοίωση λειτουργίας συνάψεων και νευρώνων με εφαρμογές σε νευρομορφικούς υπολογιστές		
<b>Στοιχεία Εισηγητή:</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379775	
	<b>Email:</b>	krogdakis@hmu.gr	
<b>Τμήμα:</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΑ		
<b>Τομέας:</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος:</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών:</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών:</b> (αν υπάρχουν)	Γιάννης Μανόλης		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:</b>  (ονοματεπώνυμο και ιδιότητα, αν υπάρχουν)	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Κωνσταντίνος Ρογδάκης	Εμμανουήλ Κυμάκης	Κωνσταντίνος Πετρίδης
	Επ. Καθηγητής	Καθηγητής	Αν. Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>			
<p>Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο σχεδιασμός και κατασκευή κυκλωματικής πλακέτας με χρήση παθητικών κυκλωματικών στοιχείων (αντιστάσεων, πυκνωτών πηνίων κα) αλλά και ενεργών στοιχείων (ενισχυτές κα) η οποία θα μπορεί να προσομοιώνει τη λειτουργία συνάψεων και νευρώνων με στόχο την κατανόηση και μελέτη συστημάτων με πιθανές εφαρμογές σε νευρομορφικούς υπολογιστές. Η φοιτήτρια/ ο φοιτητής θα βασιστεί στην πρόταση του Leon O. Chua για την κατασκευή φτηνών κυκλωμάτων με χρήση απλών στοιχείων τα οποία όμως συνδυαστικά μπορούν να οδηγήσουν στην παραγωγή πολύπλοκων συμπεριφορών με χρήση σε νευρομορφική υπολογιστική [1-2]. Αρχικά θα σχεδιαστούν κατάλληλα κυκλώματα για την προσομοίωση συμπεριφοράς συνάψεων και νευρώνων και θα υλοποιηθούν σε breadboard. Ηλεκτρικός χαρακτηρισμός θα επιτρέψει την επιβεβαίωση τη σωστής λειτουργίας των κυκλωμάτων [1], και στη συνέχεια τα τελικά βελτιστοποιημένα κυκλώματα θα κατασκευαστούν με χρήση διάταξης κατασκευής εύκαμπτων πλακετών διαθέσιμη στο ΕΛΜΕΠΑ. Η φοιτήτρια (ή ο φοιτητής) θα έχει πρόσβαση στους εργαστηριακούς χώρους της ερευνητικής ομάδας του nano@HMU. Εκτενής οπτο-ηλεκτρονικός χαρακτηρισμός της τελικής διάταξης περιλαμβάνει καμπύλες ρεύματος τάσης, χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (endurance, retention), νευρομορφικές ιδιότητες όπως φαινόμενα σύντομης και εκτεταμένης μνήμης, πλαστικότητας κ.α.</p>			
<b>Στόχοι:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>24. Σχεδιασμός αρχικών κυκλωμάτων και επιβεβαίωση ορθής λειτουργίας ως κυκλώματα τεχνιτών συνάψεων και νευρώνων.</li> <li>25. Κατασκευή εύκαμπτων πλακετών σε αυτοματοποιημένο σύστημα κατασκευής πλακετών με λειτουργία, εγχάραξη laser, pick and place στοιχείων κλπ.</li> <li>26. Οπτο-ηλεκτρονικός χαρακτηρισμός συσκευών περιλαμβάνοντας καμπύλες ρεύματος τάσης, χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (state endurance, retention) και ON/OFF ratio κα.</li> <li>27. Μελέτη νευρομορφικών ιδιοτήτων των κυκλωμάτων όπως φαινόμενα σύντομης και εκτεταμένης μνήμης, πλαστικότητας κ.α..</li> </ol>			

## **Μεθοδολογία**

Η μελέτη θα στηριχθεί σε πειραματικά δεδομένα που έχουν δημοσιευθεί στη βιβλιογραφία [1,2], αλλά και στην προηγούμενη εμπειρία του επιβλέποντος της εργασίας σε συνεργασία με ερευνητικά μέλη της ομάδας nano@HMU αναφορικά σε αντιστάσεις μνήμης με βάση περοβσκίτες. [3-9] Η ομάδα nano@HMU έχει ήδη αναπτύξει αντιστάσεις μνήμης με βάση περοβσκίτες με πιθανές εφαρμογές σε τεχνητές συνάψεις και νευρώνες. Η τεχνογνωσία αυτή θα αποτελέσει βάση για την ομαλή ανάπτυξη ανάλογων κυκλωμάτων με συμπεριφορά αντιστάσεων μνήμης. Διάφορα κυκλώματα θα δοκιμαστούν με σκοπό τη βελτιστοποίηση της απόδοσης των συσκευών όσον αφορά τις καμπύλες ρεύματος τάσης, τα χαρακτηριστικά διατήρησης και αντοχής κατάστασης (state endurance, retention) και το ON/OFF ratio.

### **Αναμενόμενα αποτελέσματα:**

16. Εκπόνηση διπλωματική εργασίας φοιτήτριας/φοιτητή.
17. Δημιουργία κυκλωμάτων σε breadboard αλλά και σε εύκαμπτες πλακέτες PCB με δυνατότητα προσομοίωσης συμπεριφοράς συνάψεων και νευρώνων.
18. Εκτεταμένος ηλεκτρικός χαρακτηρισμός των κυκλωμάτων .
19. Πιθανή δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ή και παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο.

### **Πεδίο έρευνας:**

18. Κατασκευή κυκλωμάτων και εκτενής χαρακτηρισμός
19. Κυκλώματα αντίστασης μνήμης για διατάξεις νευρομορφικής υπολογιστικής
20. Εκτυπώσιμα βιώσιμα ηλεκτρονικά κατασκευασμένα σε εύκαμπτα υποστρώματα

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

27. Leon O. Chua, IEEE Electron device magazine, 10.1109/MED.2023.3296483 (2023)
28. Yannik Stradmann, et al., Lu.i – A low-cost electronic neuron for education and outreach, arXiv:2404.16664v1 (2024)
29. K. Rogdakis et al. RSC Materials Advances, 3, 7002-7014 (2022)
30. M. Loizos, K. Rogdakis et al. Discover Materials 2, 11 (2022)
31. M. Loizos, K. Rogdakis et al., The Journal of Physical Chemistry Letters 15 (30), 7635-7644 (2024)
32. M. Loizos, K. Rogdakis et al., Nanoscale Horiz., 9, 1146-1154 (2024)
33. G. Psaltakis, K. Rogdakis, et al., IEEE Journal on Flexible Electronics, DOI: 10.1109/JFLEX.2024.3390671 (2024)
34. G. Psaltakis, K. Rogdakis, M. Loizos and E. Kymakis, Discover Materials 4, 7 (Nature Springer) (2024).
35. K. Rogdakis, K. Chatzimanolis, G. Psaltakis, N. Tzoganakis, T. D. Anthopoulos and E. Kymakis, Advanced Electronic Materials, 2300424 (2023)

### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

Βασική γνώση θεωρίας ημιαγωγίμων διατάξεων και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Γνώση λογισμικού ανάλυση δεδομένων (π.χ Origin). Εξοικείωση με βασικό προγραμματισμό και Python για επεξεργασία μεγάλων δεδομένων αλλά και σε προσομοίωση τεχνητών νευρωνικών δικτύων θα εκτιμηθεί.

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>	<b>Πρόβλεψη της κατάθλιψης και των τάσεων αυτοκτονίας χρησιμοποιώντας δημοσιεύσεις των μέσων κοινωνικής δικτύωσης με τεχνικές μηχανικής/βαθιάς μάθησης</b>		
<b>Στοιχεία Εισηγητή:</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Κωνσταντίνος Καραμπίδης	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>	2810379818	
	<b>Email:</b>	karampidis@hmu.gr	
<b>Τμήμα:</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΑ		
<b>Τομέας:</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος:</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών:</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών:</b> (αν υπάρχουν)	Τηλέμαχος Παληκαρίδης ΤΗ20013		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:</b> (ονοματεπώνυμο και ιδιότητα, αν υπάρχουν)	<b>Επιβλέπων:</b>	<b>Συνεπιβλέπων:</b>	<b>Συνεπιβλέπων:</b>
	Κωνσταντίνος Καραμπίδης Μέλος Ε.ΔΙ.Π.	Παπαδουράκης Γιώργος Καθηγητής	Παπαδάκης Νίκος Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:</b>			
<p>Τα ζητήματα ψυχικής υγείας, όπως η κατάθλιψη και οι τάσεις αυτοκτονίας, αποτελούν σημαντικές θέματα για τη δημόσια υγεία. Με την άνοδο της χρήσης των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, τα άτομα εκφράζουν συχνά τα συναισθήματα και τις σκέψεις τους στο διαδίκτυο, παρέχοντας μια πολύτιμη πηγή δεδομένων για τον εντοπισμό ζητημάτων ψυχικής υγείας. Η παρούσα διπλωματική εργασία προτείνει την ανάπτυξη ενός συστήματος βασισμένου στη μηχανική/βαθιά μάθηση, για την πρόβλεψη της κατάθλιψης και των τάσεων αυτοκτονίας από αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Το σύστημα στοχεύει στην δημιουργία ενός μοντέλου υψηλής ακρίβειας και στην παροχή έγκαιρων παρεμβάσεων για την πρόληψη πιθανών αυτοτραυματισμών.</p>			
<b>Στόχοι:</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>Βιβλιογραφική ανασκόπηση για το θέμα</li> <li>Συλλογή συνόλων δεδομένων από αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης που αντιπροσωπεύουν διάφορες καταστάσεις ψυχικής υγείας</li> <li>Εξαγωγή σχετικών χαρακτηριστικών από τα δεδομένα κειμένου, όπως το συναίσθημα, οι λέξεις-κλειδιά και τα γλωσσικά μοτίβα.</li> <li>Δημιουργία και εκπαίδευση μοντέλων μηχανικής/βαθιάς μάθησης για την πρόβλεψη της κατάθλιψης και των αυτοκτονικών τάσεων από αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.</li> <li>Ενσωμάτωση του προγνωστικού μοντέλου σε ένα σύστημα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο που μπορεί να αναλύει τις αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και να παρέχει ειδοποιήσεις για πιθανά ζητήματα ψυχικής υγείας.</li> </ol>			
<b>Μεθοδολογία</b>			
<p>Στην αρχή ο φοιτητής θα πραγματοποιήσει εκτενή βιβλιογραφική έρευνα για το θέμα. Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας υπάρχοντα σύνολα δεδομένων όπως πχ. το σύνολο δεδομένων Reddit RSDD και το σύνολο δεδομένων DeepFakeTIMIT, θα επικεντρωθεί στην δημιουργία προγνωστικών μοντέλων – σύμφωνα με τα ευρήματα του από την βιβλιογραφική ανασκόπηση-, με χρήση μεθόδων μηχανικής/βαθιάς μάθησης. Αφού αξιολογηθεί, επικυρωθεί και δοκιμαστεί το μοντέλο σε διάφορα σενάρια του πραγματικού κόσμου, θα γίνει προσπάθεια ενσωμάτωσης του σε σύστημα παρακολούθησης που σε πραγματικό χρόνο μέσω APIs κοινωνικών μέσων θα αναλύει αναρτήσεις και θα παρέχει ειδοποιήσεις για πιθανά ζητήματα ψυχικής υγείας.</p>			

**Αναμενόμενα αποτελέσματα:**

1. Ακριβείς προβλέψεις της κατάθλιψης και των τάσεων αυτοκτονίας από αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης.
2. Ένα πλήρως λειτουργικό σύστημα παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο που μπορεί να αναλύει τις αναρτήσεις στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και να παρέχει έγκαιρες ειδοποιήσεις για πιθανά ζητήματα ψυχικής υγείας.
3. Σημαντική συμβολή στην ψυχική υγεία και ευημερία με την παροχή ενός εργαλείου για την έγκαιρη ανίχνευση και παρέμβαση.

**Πεδίο έρευνας:**

Μηχανική / Βαθιά Μάθηση

**Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

[1] Shin, Daun, et al. "Detection of depression and suicide risk based on text from clinical interviews using machine learning: possibility of a new objective diagnostic marker." *Frontiers in psychiatry* 13 (2022): 801301.

[2] Ghosal, Sayani, and Amita Jain. "Depression and suicide risk detection on social media using fasttext embedding and xgboost classifier." *Procedia Computer Science* 218 (2023): 1631-1639.

[3] Malhotra, Anshu, and Rajni Jindal. "Multimodal deep learning based framework for detecting depression and suicidal behaviour by affective analysis of social media posts." *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology* 6.21 (2020).

[4] Tejaswini, Vankayala, Korra Sathya Babu, and Bibhudatta Sahoo. "Depression detection from social media text analysis using natural language processing techniques and hybrid deep learning model." *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing* 23.1 (2024): 1-20.

[5] Chiong, Raymond, et al. "A textual-based featuring approach for depression detection using machine learning classifiers and social media texts." *Computers in Biology and Medicine* 135 (2021): 104499.

**ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ:**

Καμία

**ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ** (αν υπάρχουν):

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 30/09/2024

Ο εισηγητής



Ιδιότητα

Μέλος Ε.Δι.Π. ΗΜΜΥ

<b>ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>	Χρήση Τεχνικών Μηχανικής Μάθησης για την Επιτάχυνση των Προσομοιώσεων Monte Carlo στην Ακτινοθεραπεία και τη Βελτιστοποίηση του Σχεδιασμού Θεραπείας (Machine Learning Techniques for Accelerating Monte Carlo Simulations in Radiotherapy and Optimizing Treatment Planning)		
<b>Στοιχεία Εισηγητή</b>	<b>Όνοματεπώνυμο:</b>	Τσιγκνάκης Εμμανουήλ	
	<b>Τηλ. Γραφείου:</b>		
	<b>Email:</b>		
<b>Τμήμα</b>	Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών (ΗΜΜΥ), ΕΛΜΕΠΑ		
<b>Τομέας</b>	Τομέας Ηλεκτρονικής, Συστημάτων και Τεχνολογίας Υπολογιστών		
<b>Περίοδος</b>	Χειμερινό εξάμηνο 2024-2025		
<b>Αριθμός σπουδαστών</b>	1		
<b>Όνοματεπώνυμο και ΑΕΜ σπουδαστών</b>	Σαλονικιού Κωνσταντίνος, ΤΗ20362		
<b>Προτεινόμενη Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή</b>	<b><u>Επιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>	<b><u>Συνεπιβλέπων:</u></b>
	Τσιγκνάκης Εμμανουήλ	Νικηφοράκη Κατερίνα	Μαρίας Κωνσταντίνος
	Καθηγητής	Ερευνητής ΙΤΕ	Καθηγητής
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b>			
<p>Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στη χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης για τη βελτιστοποίηση των προσομοιώσεων Monte Carlo και του σχεδιασμού πλάνου θεραπείας στην ακτινοθεραπεία. Οι προσομοιώσεις Monte Carlo αποτελούν θεμελιώδες εργαλείο για την προσομοίωση της διάδοσης σωματιδίων και των αλληλεπιδράσεών τους με την ύλη, αλλά οι υψηλές υπολογιστικές απαιτήσεις τους περιορίζουν την ικανότητα διερεύνησης πολλαπλών σεναρίων θεραπείας και την εφαρμογή προσομοιώσεων σε πραγματικό χρόνο (real-time). Η διαμόρφωση και βελτιστοποίηση ενός πλάνου ακτινοθεραπείας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την αποτελεσματικότητα των ακτινοθεραπειών καθώς κατά αυτόν τον τρόπο ελαχιστοποιείται η απορρόφηση ακτινοβολίας στους περιβάλλοντες υγιείς ιστούς. Στόχος ως εκ τούτου είναι η ο σχεδιασμός και η υλοποίηση αλγορίθμων και τεχνικών που υλοποιούν αυτή τη διαμόρφωση, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη πιο στοχευμένων, γρήγορων και αποτελεσματικών πλάνων θεραπείας.</p> <p>Οι προσομοιώσεις θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση open source λογισμικών, όπως το Geant4<sup>1</sup> και το GATE<sup>2</sup> ή το EGSnrc<sup>3</sup> όμως σχεδιάζουμε την επέκτασή τους με στόχο την επέκτασή τους με τεχνικές μηχανικής μάθησης. Τα αναγκαία δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας θα προέλθουν και από διαθέσιμες δημόσιες πηγές όπως π.χ. The Cancer Imaging Archive (TCIA)<sup>4</sup> και άλλα<sup>5</sup>.</p> <p><b>Στόχοι</b></p> <p>Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι η χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης για τη βελτιστοποίηση των προσομοιώσεων Monte Carlo στην ακτινοθεραπεία, με σκοπό τη μείωση του χρόνου εκτέλεσης και τη βελτίωση</p>			

<sup>1</sup> <https://geant4.web.cern.ch/>

<sup>2</sup> <http://www.opengatecollaboration.org/>

<sup>3</sup> <https://nrc.canada.ca/en/research-development/products-services/software-applications/egsnrc-software-tool-model-radiation-transport>

<sup>4</sup> <https://www.cancerimagingarchive.net/>

<sup>5</sup> <https://chavi.ai/node/206>

της ακρίβειας των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, επιδιώκεται η ανάπτυξη και εκπαίδευση μοντέλων που σε συσχέτιση με εικόνες να μπορούν να προβλέπουν με ακρίβεια την κίνηση των σωματιδίων και την κατανομή της δόσης, μειώνοντας την ανάγκη για μεγάλο αριθμό σωματιδίων στις προσομοιώσεις. Παράλληλα, η εργασία στοχεύει στη μείωση της τυχαιότητας κάποιων φαινομένων μέσω τεχνικών μηχανικής μάθησης, επιτυγχάνοντας ταχύτερες και πιο αποδοτικές προσομοιώσεις.

Επιπλέον, αποσκοπεί στη μοντελοποίηση και βελτιστοποίηση αλγορίθμων που συμβάλλουν στη διαμόρφωση πλάνου ακτινοθεραπείας, παρέχοντας την πιο αποτελεσματική θεραπεία. Μέσω της επιτάχυνσης των προσομοιώσεων, επιδιώκεται η δυνατότητα διερεύνησης περισσότερων σεναρίων θεραπείας, οδηγώντας σε βελτιωμένο και εξατομικευμένο σχεδιασμό με βελτιστοποίηση της κατανομής της δόσης, προστατεύοντας ακτινοευσίθητες γειτονικές περιοχές του όγκου χωρίς να αλλάζει η προτεινόμενη δόση στον όγκο, μέσα από πολλαπλές προσομοιώσεις πραγματοποιώντας προσαρμογές στο πλάνο ακτινοθεραπείας (προσαρμογή γωνίας εισόδου της δέσμης, εύρος δέσμης, σημείο εισόδου στο δέρμα). Τέλος, στοχεύεται η ανάπτυξη μεθόδων που επιτρέπουν την προσαρμογή του σχεδίου θεραπείας σε πραγματικό χρόνο, λαμβάνοντας υπόψη δυναμικές αλλαγές στον ασθενή και αυξάνοντας την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα της ακτινοθεραπείας.

### **Μεθοδολογία**

Η εργασία θα ξεκινήσει με τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων από προσομοιώσεις με τα συστήματα Geant4 και GATE<sup>6</sup>, που έχουν αναπτυχθεί από το CERN, καθώς και από κατάλληλα σύνολα ιατρικών εικόνων από την βάση ιατρικών εικόνων καρκίνου του TCIA (The Cancer Imaging Archive)<sup>7</sup>. Στη συνέχεια, θα γίνει προεπεξεργασία των δεδομένων για την προετοιμασία τους προς χρήση σε μοντέλα μηχανικής μάθησης σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές, για την πρόβλεψη της κίνησης των σωματιδίων και της κατανομής της δόσης. Θα σχεδιαστούν και θα υλοποιηθούν αλγόριθμοι σχεδιασμού θεραπείας (treatment planning) που βελτιστοποιούν το σχέδιο ακτινοθεραπείας, ελαχιστοποιώντας τη απορροφούμενη δόση από υγιείς ιστούς. Τέλος, τα μοντέλα θα αξιολογηθούν και θα επικυρωθούν ως προς την ακρίβειά τους, πραγματοποιώντας συγκριτική μελέτη με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από παραδοσιακές προσομοιώσεις και διαθέσιμα πλάνα θεραπείας.

### **Αναμενόμενα αποτελέσματα**

4. Εκπόνηση διπλωματική εργασίας.
5. Δημιουργία ενός αξιόπιστου μοντέλου μηχανικής μάθησης που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου εκτέλεσης των προσομοιώσεων Monte Carlo, καθιστώντας δυνατή την εφαρμογή τους σε κλινικά περιβάλλοντα όπου απαιτείται ταχύτητα.
6. Ανάπτυξη και βελτιστοποίηση αλγορίθμων που επιτρέπουν την αποτελεσματική διαμόρφωση και βελτιστοποίηση του πλάνου ακτινοθεραπείας, παρέχοντας την πιο αποτελεσματική θεραπεία και ελαχιστοποιώντας την απορρόφηση ακτινοβολίας στους υγιείς ιστούς.
7. Πιθανή δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό ή και παρουσίαση σε σχετικό συνέδριο.

### **Πεδίο έρευνας**

3. Προσομοιώσεις Monte Carlo στην ακτινοθεραπεία
4. Αλληλεπίδραση Ακτινοβολίας με την Ύλη
5. Μηχανική Μάθηση και Βαθιά Νευρωνικά Δίκτυα
6. Επεξεργασία Ιατρικών Εικόνων και Δεδομένων
7. Εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης στην Ακτινοθεραπεία
8. Αποδοτικός σχεδιασμός πλάνου ακτινοθεραπείας
9. Βελτιστοποίηση Αλγορίθμων Σχεδιασμού Θεραπείας
10. Real-Time προσομοιώσεις στην Ακτινοθεραπεία

### **Ενδεικτική βιβλιογραφία:**

3. O. Pastor-Serrano and Z. Perko, "Millisecond speed deep learning based proton dose calculation with Monte Carlo accuracy," *Phys Med Biol*, vol. 67, no. 10, p. 105006, May 2022, doi: 10.1088/1361-6560/ac692e.

<sup>6</sup> <http://www.opengatecollaboration.org/>

<sup>7</sup> <https://www.cancerimagingarchive.net/>



4. T. Bai, B. Wang, D. Nguyen, and S. Jiang, “Deep dose plugin: towards real-time Monte Carlo dose calculation through a deep learning-based denoising algorithm,” *Mach Learn Sci Technol*, vol. 2, no. 2, p. 025033, Jun. 2021, doi: 10.1088/2632-2153/abdbfe.
5. Kueng, R., Frei, D., Volken, W. *et al.* Adaptive step size algorithm to increase efficiency of proton macro Monte Carlo dose calculation. *Radiat Oncol* **14**, 165 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13014-019-1362-5>
6. Y. Li, J. jiang, M. Zhang, and S. Wei, “An Efficient Monte-Carlo Dose Calculation System for Radiotherapy Treatment Planning,” in *2013 International Conference on Computational and Information Sciences*, IEEE, Jun. 2013, pp. 314–317. doi: 10.1109/ICCIS.2013.90.
7. N. Freud *et al.*, “Fast Dose Calculation for Stereotactic Synchrotron Radiotherapy,” in *2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, IEEE, Aug. 2007, pp. 3914–3917. doi: 10.1109/IEMBS.2007.4353189. <https://geant4.web.cern.ch/>

#### **ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Επάρκεια σε γλώσσες προγραμματισμού όπως Python, C++ και εξοικείωση με πλαίσια βαθιάς μάθησης όπως το TensorFlow ή το PyTorch, κατανόηση των βασικών αρχών της ακτινοφυσικής και των αλληλεπιδράσεων ακτινοβολίας με την ύλη, εξοικείωση με μεθόδους ανάλυσης και επεξεργασίας εικόνας και δεδομένων.

#### **ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**