



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Υπολογιστών και Τηλεπικοινωνιών

Πανεπιστημιούπολη Σερρών

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Π. ΤΣΙΤΣΟΣ

Καθηγητής

Τέρμα Μαγνησίας, 62124, Σέρρες, Τηλ.: 23210 49368, e-mail: s.tsitsos@ihu.gr

Σέρρες, 30/9/2025

Προς: Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής, Υπολογιστών και Τηλεπικοινωνιών του Δι.Πα.Ε.

Προτεινόμενος τίτλος διατριβής:

Ελληνικά: «Ανάπτυξη μεθοδολογίας μηχανικής μάθησης για τον αποδοτικό σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση μικροκυματικών διατάξεων σε εφαρμογές 5G/6G επικοινωνιών».

Αγγλικά: “Development of a machine learning methodology for efficient design and optimisation of microwave device for applications 5G/6G communication systems».

Προτεινόμενη γλώσσα συγγραφής της διατριβής: Αγγλική

Θεματική Περιοχή / Πεδίο:

Μικροκυματικές διατάξεις/Μηχανική μάθηση

Λέξεις κλειδιά Ελληνικά: Μικροκυματικές διατάξεις, Μηχανική μάθηση, Βελτιστοποίηση, τηλεπικοινωνίες 5G/6G

Λέξεις κλειδιά Αγγλικά: Microwave devices, Machine learning, Optimisation, 5G/6G Communications

Συνοπτική περιγραφή του προτεινόμενου θέματος:

Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των μικροκυματικών διατάξεων καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη νέων μεθοδολογιών που συνδυάζουν τη θεωρητική γνώση με την υπολογιστική ισχύ. Οι κλασικές ηλεκτρομαγνητικές προσομοιώσεις (electromagnetic simulations), αν και

ακριβείς, είναι ιδιαίτερα απαιτητικές υπολογιστικά, γεγονός που περιορίζει τη χρήση τους σε μεγάλης κλίμακας διαδικασίες βελτιστοποίησης (optimization processes). Σε αυτό το πλαίσιο, η αξιοποίηση τεχνικών μηχανικής μάθησης (machine learning) και μοντέλων υποκατάστασης (surrogate models) προσφέρει μια ελκυστική λύση, επιτρέποντας ταχύτερο και πιο αποδοτικό αντίστροφο σχεδιασμό μικροκυματικών διατάξεων.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία στηρίζεται στη σύνδεση ηλεκτρομαγνητικών προσομοιώσεων μικροκυματικών διατάξεων με τεχνικές μηχανικής μάθησης, με στόχο την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλαισίου για αντίστροφο σχεδιασμό μικροκυματικών διατάξεων. Αρχικά, θα πραγματοποιηθεί μελέτη της θεωρίας των μικροταινιακών γραμμών, με έμφαση στους εμπειρικούς τύπους (π.χ. Hammerstad), ενώ θα οριστούν οι πρώτες τοπολογίες αναφοράς, όπως φίλτρα και διαιρέτες ισχύος, των οποίων οι παράμετροι καθορίζονται σε αρχεία προδιαγραφών. Στη συνέχεια, θα παραχθούν σύνολα δεδομένων (datasets) μέσω δειγματοληψίας Latin Hypercube και προσομοιώσεων στο ADS Momentum και HFSS, τα οποία θα οργανωθούν σε ενιαία μορφή (HDF5 dataset) και θα εμπλουτιστούν με θεωρητικές παραμέτρους, όπως χαρακτηριστική αντίσταση και η ενεργός διηλεκτρική σταθερά. Στη συνέχεια, η μεθοδολογία θα επεκταθεί σε περισσότερες και πιο σύνθετες τοπολογίες (π.χ. διαιρέτες Wilkinson, συζεύκτες κ.ά.), με ανάπτυξη πιο εξελιγμένων μοντέλων που συνδυάζουν πολλαπλές τοπολογίες και αξιοποιούν πολυεπίπεδα νευρωνικά δίκτυα (MLP) για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς των δομών. Σε αυτά τα μοντέλα θα εφαρμοστούν αντίστροφοι αλγόριθμοι βελτιστοποίησης, ώστε να επιτευχθεί η αυτόματη εξαγωγή γεωμετρικών παραμέτρων που θα ικανοποιούν συγκεκριμένες ηλεκτρομαγνητικές προδιαγραφές. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων θα επικυρωθεί μέσω νέων ηλεκτρομαγνητικών προσομοιώσεων, από την κατασκευή πειραματικών πρωτοτύπων για σύγκριση των πειραματικών αποτελεσμάτων με τα αποτελέσματα προσομοιώσεων.

Ενδεικτικές Βιβλιογραφικές αναφορές:

1. Pozar, D. M. *Microwave Engineering*, 4th Edition, Wiley, 2011.
2. Hong, J.-S., & Lancaster, M. J. *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*, Wiley, 2001.
3. Bahl, I. *Lumped Elements for RF and Microwave Circuits*, Artech House, 2003.
4. Zhang, Q. J., & Gupta, K. C. *Neural Networks for RF and Microwave Design*, Artech House, 2000.
5. Hammerstad, E. O. *Equations for Microstrip Circuit Design* (original formulas). Semantic Scholar / lecture notes.
6. Nikfalazar, M., et al. "Surrogate Modeling in Microwave Engineering," *IEEE Microwave Magazine*, 2019.

7. Shirvani Moghaddam, S., et al. “Applications of Machine Learning Techniques in Microwave Engineering,” *Electronics*, MDPI, 2020.
8. Xu, K., et al. “Surrogate Modeling of Microwave Components Using Deep Neural Networks.” *Electronics*, 2021. (open access)
9. Yarman, B. S. “Design of Microwave Filters by Optimization Techniques,” *Electronics*, 2020. (open access)
10. Ghahremani, M., et al. “Inverse Design of RF Components via Machine Learning Methods.” *Sensors*, 2022. (open access)
11. Ni, K., et al. “Data-driven Surrogate Modeling for Microwave Devices.” *arXiv preprint arXiv:2104.07625*, 2021. (open access)
12. Review: “AI-assisted surrogate modeling and optimization for microwave filters.” University of Glasgow ePrints.

Ο Αιτών



Στυλιανός Τσίτσος (Καθηγητής)