

De Onderzoeksgroep
Data Analytics Lab

nodigt U graag uit op de openbare verdediging van het proefschrift van

Ali Mohajer Hejazi

ter behaling van de graad van Doctor in de wetenschappen

Titel van het proefschrift:

**Analytical Theory and Deep-Learning Models for
Electromagnetic Wave Propagation in Waveguides**

Promotor:

Prof. dr. Vincent Ginis (VUB)

Co-promotor:

Prof. dr. Jan Danckaert (VUB)

De verdediging heeft plaats op

maandag 8 december 2025 om 17u

Campus Etterbeek VUB, Pleinlaan 2, Elsene in
auditorium E.0.09

De verdediging is ook te volgen via een
livestream: [Link](#), Meeting ID: 315 667 050 485 77
Passcode: CW3Gn38h

Samenstelling van de jury

Prof. dr. Guy Verschaffelt (VUB, voorzitter)

Prof. dr. Lien Smeesters (VUB)

Prof. dr. Sophie de Buyl (VUB)

Prof. dr. Spencer Jolly (ULB)

Prof. dr. Marco Piccardo (Universidade de
Lisboa, PT)

Curriculum vitae

Ali Mohajer Hejazi behaalde zijn bachelor diploma in communicatietechniek. In 2017 behaalde hij zijn masterdiploma in fotonica en draadloze techniek aan de Chalmers University of Technology in Zweden. In november 2019 begon hij aan zijn doctoraatsstudie. Zijn promotieonderzoek richt zich op twee hoofdonderwerpen, namelijk het modelleren en invers ontwerp van fotonische roostermodeconverters door middel van diepe neurale netwerken, en analytisch en numeriek onderzoek naar millimetergolfpropagatie over twisted-pair golfgeleiders.

Abstract van het doctoraatsonderzoek

Het eerste deel van deze thesis gaat over millimetergolf voortplanting over twisted-pairkabels die gebruikt worden in DSL-communicatietechnologie. De nood aan snellere en betrouwbaardere gegevensoverdracht drijft veranderingen in communicatie en bedrijfsvoering. Twisted-pairkabels zijn geëvolueerd van het transporteren van spraaksignalen over korte afstanden naar het ondersteunen van hogesnelheids internetverbindingen via technologieën zoals Digital Subscriber Line (DSL). Ze helpen stedelijke en landelijke gebieden met elkaar te verbinden via de bestaande telefoon infrastructuur. De huidige technologieën, waaronder verschillende soorten DSL, hebben het echter moeilijk om aan de groeiende bandbreedte vereisten te voldoen en naderen stilaan hun limieten. Dit onderzoek focust op twisted-pairkabels in het millimetergolf frequentiegebied, meer bepaald tussen 100 en 300 GHz, waar hun gedrag complex wordt door hun helicale structuur. Een nauwkeurige modellering van dit gedrag vereist driedimensionale elektromagnetische simulaties, die zeer rekenintensief zijn. Om de uitdagingen bij het simuleren van deze golfgeleiders te overwinnen, maken we gebruik van een techniek die bekendstaat als Transformation Optics (TO). Deze techniek laat toe om het complexe 3D-probleem te herleiden tot een 2D-probleem, waardoor de simulaties beter beheersbaar worden. Transformation optics heeft zijn kracht en elegantie al bewezen bij het ontwerpen van onzichtbaarheidsmantels en geavanceerde optische lenzen. De simulaties geven inzicht in de modale eigenschappen van de golfgeleider en helpen om de transmissiecapaciteit te evalueren, wat cruciaal is voor het bepalen van de maximale datasnelheden.

Het tweede deel van deze thesis richt zich op het gebruik van diepe neurale netwerken (DNN's) voor het modelleren en inverse ontwerpen van een fotonische rooster-modeconverter. DNN's hebben wetenschappelijke domeinen sterk vooruitgeholpen dankzij hun vermogen om complexe data efficiënt te analyseren. Fysische problemen worden traditioneel opgelost met behulp van analytische formulerings en numerieke simulaties die vertrekken van first-principles-modellen, zoals differentiaalvergelijkingen. Hoewel deze methoden robuuste inzichten opleveren, kunnen ze computationeel duur of analytisch zeer uitdagend worden, zeker bij hoog-dimensionale systemen of wanneer de onderliggende fysica onvoldoende begrepen is. Daartegenover kunnen DNN's de simulatiesnelheid en nauwkeurigheid verbeteren door patronen te leren uit grote datasets. In deze studie wordt een elektromagnetische simulatie uitgevoerd van een oppervlakte-gecorrigeerde (surface-corrugated) rooster-modeconverter met variërende geometrische parameters om een dataset te creëren. Deze data wordt vervolgens gebruikt om verschillende DNN's te trainen, die daarna kunnen worden ingezet voor het inverse ontwerp van de modeconverter door de geometrische eigenschappen van het rooster te optimaliseren via de gradient-descentmethode.