

PROPAGAÇÃO DE ONDAS ELETROMAGNÉTICAS EM MEIOS COM ÍNDICE DE REFRAÇÃO NEGATIVO

SILVA, Munique Emmanuele Alves da¹; Da SILVA, Cláudio J.^{1*}

¹Instituto Federal de Goiás, Campus Goiânia, * claudio.silva@ifg.edu.br

Neste trabalho, analisamos a propagação de ondas eletromagnéticas em materiais com índice de refração negativo (também chamados de metamateriais), destacando suas aplicações inovadoras nas áreas da óptica e de tecnologias emergentes. O objetivo principal foi compreender o comportamento dessas ondas ao atravessar metamateriais, que possuem características peculiares e que desafiam as leis tradicionais da física óptica, como por exemplo a lei de Snell-Descartes. Os metamateriais, devido à sua estrutura maleável, apresentam propriedades eletromagnéticas incomuns, o que os torna um campo promissor para o desenvolvimento de novas tecnologias. Nossa metodologia envolveu a revisão aprofundada das equações de Maxwell, fundamentais para descrever o comportamento de propagação das ondas eletromagnéticas. A partir dessas equações, deduzimos a lei de Snell adaptada para meios com índice de refração negativo, o que permitiu compreender como a luz se comporta nesses materiais. Além disso, realizamos uma análise detalhada do vetor de Poynting, que descreve o fluxo de energia e sua direção, revelando como ele se comporta de maneira contrária ao esperado quando observado em meios com índice de refração negativo. Os resultados demonstraram que o fenômeno da refração negativa pode ser explicado dentro dos princípios da eletrodinâmica clássica. Isso abre portas para uma série de inovações tecnológicas, entre as quais destacamos o desenvolvimento de superlentes, que são capazes de alcançar resoluções superiores às lentes tradicionais, permitindo imagens de altíssima precisão. Outra aplicação promissora é o desenvolvimento de dispositivos de camuflagem óptica, que têm o potencial de tornar objetos "invisíveis" ao olho humano, com impacto significativo em áreas como segurança, defesa e design. Concluímos que os materiais com índice de refração negativo possuem propriedades únicas e extraordinárias, que podem expandir as possibilidades tecnológicas em diversas áreas. A pesquisa nesses metamateriais sugere um futuro repleto de inovações, desde sistemas de comunicação mais eficientes até avanços na imagem e camuflagem óptica.

Palavras-chave: metamateriais; Lei de Snell; vetor de poyting; equações de Maxwell; índice de refração negativo.

Agradecimentos: O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal de Goiás (n° 19/2023).