

# ***NANOTEHNOLOGIILE ȘI LUMEA MIRACULOASĂ A METAMATERIALELOR***

AVADANEI Irina Mihaela BRATU Mihnea Alexandru

Facultatea: ISB, Specializarea: MIAIA, Anul de studii: I, e-mail: irinaavadanei2002@gmail.com

Conducător științific: Conf. Dr. Ing. **Delia GARLEANU**,  
Conf.dr.ing. Claudiu BABIȘ

*Conceptul de „nanostructuri” în ultimul deceniu a devenit o noțiune destul de obișnuită, desemnând obiecte cu dimensiuni caracteristice: câteva unități sau zeci de nanometri. Însă noțiunea de „metamateriale” este mai puțin cunoscută și obiectele cu așa denumire sunt mai puțin investigate*

## *. 1. Introducere*

*Metamaterialele (din engleză „metamaterial”) sunt compozite structurate în mod deosebit, în care elementele de același tip – nanostructuri sau micros*

*Structuri – sunt amplasate periodic la supra-față sau în interior. Proprietățile optice, magnetice, acustice ale unui asemenea mediu se deosebesc esențial de proprietățile matricei și ale componentelor care formează metamaterialul, fiind determinate de o anumită ordonare și structură a componentelor*

## *2. Apariție:*

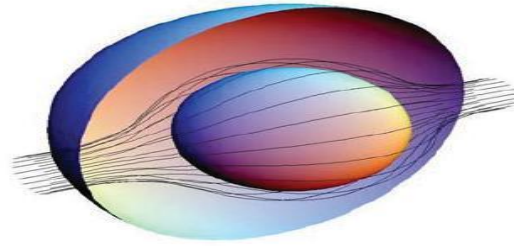
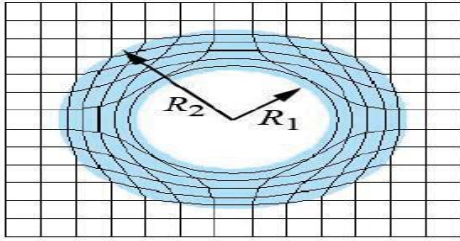
*O adevărată revoluție în știință au declanșat lucrările care au demonstrat posibilitatea creării metamaterialelor cu proprietăți pe care nu le posedă materialele obișnuite. Printre cele mai cunoscute sunt metamaterialele cu indicele de refracție negativ, care manifestă simultan permeabilitate magnetică negativă și permitivitate dielectrică negativă. În cazul în care periodicitatea amplasării nanoelementelor metamaterialului este comensurabilă sau multiplă lungimii de undă a radiației electromagnetice, asemenea material a fost numit cristal fonic. În funcție de numărul de direcții spațiale, de-a lungul cărora indicele de refracție se schimbă periodic, cristalele fonice pot fi unidimensionale, bidimensionale și tridimensionale.*

## *3.Dezvoltare:*

*În Institutul de Nanotehnologii al Centrului de Cercetare din Karlsruhe (Germania) se efectuează cercetări avansate în vederea creării metamaterialelor, nanostructurilor funcționale și nanocompozitelor utilizate în microsisteme, în biologie, medicină, industria aerospațială, construcții auto și navale, precum și în multe alte domenii . Se elaborează compozite pentru asamblarea metamaterialelor radio-absorbante cu permitivitatea dielectrică negativă și permeabilitatea magnetică negativă.*

*Importanța practică a metamaterialelor impresionează mai ales la rezolvarea problemelor de radiolocație (de exemplu, tehnologiile „Stells”), atunci când se construiesc ținte false pentru a masca obiectele reale și a le ascunde de un eventual observator.*

*Astfel, un obiect poate lesne deveni invizibil, doar într-o gamă anumită de frecvențe. Într-adevăr, posibilitatea de a dirija indicele de refracție al unui metamaterial, așa încât lumina să ocolească obiectul, îl face „invizibil” (vezi Fig. 1). Pentru a se obține un astfel de efect, indicele de refracție al metamaterialului trebuie să fie negativ!*



#### 4. Experimente:

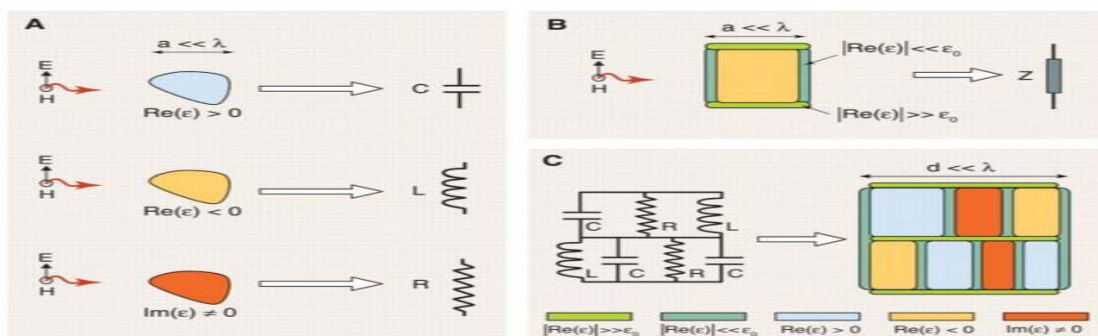
Experimentele realizate de către cercetătorii nominalizați, precum și altele, efectuate de echipe de cercetători independenți, au demonstrat justețea concluziilor teoretice ale fizicianului Veselago. Mai mult decât atât, în prezent sunt multe oferte pentru elaborarea dispozitivelor bazate pe fenomenul de refracție negativă, o parte dintre care au și fost deja realizate.

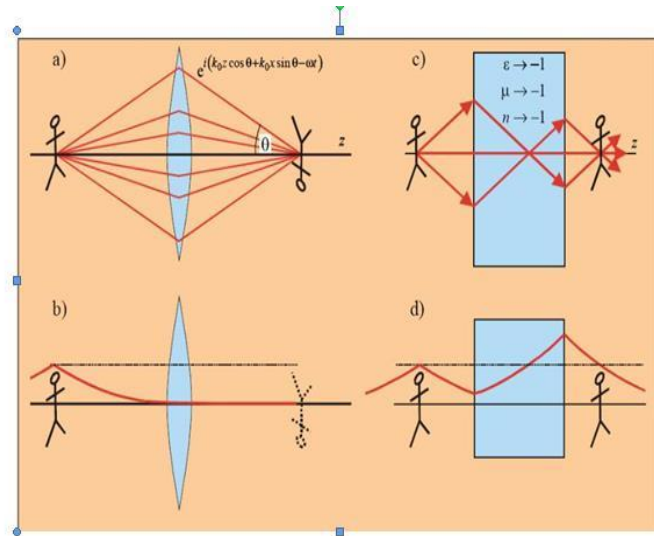
A apărut posibilitatea înlocuirii elementelor tradiționale ale circuitelor electronice cu elemente elaborate din metamateriale, care creează posibilitatea de miniaturizare în continuare a acestor sisteme, concomitent cu accelerarea proceselor de prelucrare a informației.

Metamaterialele de acest tip sunt ilustrate în Fig. 3: (A) Nanoparticule cu dimensiuni mai mici decât lungimea de undă. După iluminarea lor cu semnal monocromatic pot acționa eficient ca elemente concentrate ale circuitului optic în funcție de permitivitatea dielectrică a materialului din care sunt formate. (B) Modulul optic, constituit din nanoparticule, executat în formă de nanelement optic izolat. (C) Bloc, compus din mai multe nano-module optice (B), conectate între ele.



Fig. 4. a) Lentilele obișnuite necesită o apertură mare pentru a obține o rezoluție bună, dar chiar și în acest caz, există limitări în rezoluție în raport cu lungimea de undă utilizată; b) Atenuarea semnalului de la obiectul de observație, care-i mai mic decât lungimea de undă a luminii într-o lentilă obișnuită; c) Lentila Veselago, spre deosebire de lentila optică obișnuită, transferă fără distorsiuni imaginea din spațiul obiectelor în spațiu imaginilor; d) Atenuarea semnalului de la obiectul de observație, care-i mai mic decât lungimea de undă a luminii, într-o lentilă Veselago.





### 5. Concluzii:

O particularitate importantă a „lentilei Vesela-go” constă în capacitatea ei de a transfera imaginea obiectului cu o precizie, care nu este limitată de așa-numita limită de undă. De exemplu, utilizând un sistem optic obișnuit, este imposibil să se facă distincție între două obiecte, în cazul în care ele se află la o distanță mai mică decât lungimea unei electromagnetice, de aceea, în studiul microcosmosului și crearea de microobiecte, specialiștii trebuie să utilizeze lungimi de undă tot mai mici. În plus, undele cu amplitudini amortizate nu ajung la receptor și o parte din informația de la obiectul de observație permanent se pierde.

În cazul dat, predicțiile teoretice s-au adeverit nu doar prin dovezi experimentale, dar și printr-o gamă largă de aplicații practice. Mai mult decât atât, fără investigațiile teoretice fundamentale ale profesorului Veselago este greu de spus, dacă ar fi fost posibilă o explicație satisfăcătoare a proprietăților metamaterialelor noi, obținute cu ajutorul nanotehnologiilor.

### 6. Bibliografie:

- [1] Pendry J.B. Negative refraction makes a perfect lens. Phys. Rev. Lett. 85, p. 3966-3969, 2000.
- [2] Michio Kaku. Physics of the Impossible. New York: Doubleday, 2008,
- [3] Shelby R.A., Smith D.R., Schultz S. Experimental Verification of a Negative Index of Refraction. Science, Vol. 292, 2001.
- [4] Smith D.R. and Pendry J.B. Homogenization of metamaterials by field averaging. În: Journal of Optical Society of America B, Vol. 23, pp. 391-403, 2006