

Abordarea teoriei haosului cu aplicații în dinamica sistemelor laser este o *noutate pe plan național*. Una dintre premisele acestui proiect este realizarea unui cadru local de cercetare și promovare a informațiilor din zona dinamicii neliniare, în particular a teoriei haosului. Domeniul este relativ nou și pe plan internațional aflându-se într-o plină dezvoltare și extindere, și prezentând un interes științific dar și aplicativ deosebit, ce este prezent în tematicile proiectelor curente de cercetare ale multor universități de prestigiu din întreaga lume.

Laserii cu semiconductori cu cavitate externă (LSCE) cu emisie laser haotica reprezintă o clasă particulară a sistemelor optice neliniare haotice asupra cărora se concentrează majoritatea efortului științific pe plan mondial datorită proprietăților lor unice: dimensiuni reduse și utilizare facilă, dar mai ales posibilitatea modulării la frecvențe de ordinul GHz care le dă aplicabilitate în comunicațiile optice de mare viteză, precum și emisia în domeniul vizibil sau IR, care le conferă compatibilitate cu transmisia semnalelor optice la distanță prin fibre optice.

În cadrul acestui proiect se propune un studiu ce vizează **controlul emisieii laser haotice** într-o dioda laser cu cavitate externă **prin tehnici de modulare electro-opto-mecanice** precum și **sincronizarea dinamicii haotice a doi laseri cuplați modulați**. Vor fi abordate două direcții de cercetare: stabilirea cadrului **teoretic** care să explice funcționarea și regimul de control dinamic corelate cu simularea numerică a evoluției ecuațiilor de rată Lang-Kobayashi, care reprezintă o aproximare validă a modului de operare a unui laser cu semiconductori care emite mono-mod și are un feedback optic moderat [1], precum și implementarea **experimentală** a rezultatelor numerice obținute.

Feedback-ul optic se realizează prin plasarea unui reflector (oglinză sau rețea de difracție) la o distanță de câțiva centimetri, în fasciculul emis. Dinamica unui montaj dioda laser-cavitate externă poate fi controlată în diferite moduri: prin varierea curentului de injecție (CI), prin modificarea factorului de cuplaj sau prin modificarea lungimii cavității exterioare cu o celulă piezoelectrică (PZ) care poate produce deplasări rapide de ordinul micrometrilor și la frecvențe de ordinul MHz ale reflectorului. Stări dinamice diferite se pot obține de asemenea ca urmare a introducerii în cavitatea externă, a unui modulator electro-optic (EO). Printre aceste stări dinamice se pot enumera: mode-locking, modularea de frecvență, instabilități multimodale, fluctuații de joasă frecvență (low frequency fluctuations – LFF) în intensitatea luminii emise sau modularea de semnal mic mono-mod, depinzând de frecvența aplicată de modulator și de factorul de modulare.

Dintre aplicațiile manifestărilor haotice ale emisieii sistemelor laser proiectul o va aborda pe aceea legată de sincronizarea sistemelor haotice.

Astfel, într-o primă parte a proiectului se va realiza **un sistem experimental de control al dinamicii emisieii haotice a unui singur LSCE** prin tehnici de modulare CI, EO și PZ, iar în a doua parte **se va dezvolta un sistem cu doi LSCE cuplați optic**. Proiectul propune abordarea sistematică a studiului dinamicii laser haotice controlate prin diferite metode de modulare a sistemelor LSCE și a sincronizării haotice a acestora pentru a furniza **o soluție de sincronizare** care să prezinte interes pentru aplicații în domeniul transmisiilor codate de informații, utilizându-se purtătoarea haotica. În acest sens se va realiza un **Buletin de masuratori** privind experimentarea soluției dezvoltate, care va **include și protocoale de aplicare**. Extinderea **noțiunilor teoretice** de control, rezultate a simularilor numerice, și **particularizarea lor** pentru acest tip de sistem cuplat vor înlesni realizarea experimentală a sincronizării haotice a celor doi laseri; se vor putea trage și concluzii privind cea mai bună dezvoltare în continuare a subiectului prin studiul numeric a tehnicilor de codificare, transmitere codificată și de decodificare a informațiilor pe purtătoare haotica. Se va studia, de asemenea, posibilitatea extinderii la cazul laserilor multimod presupunând că anvelopa de „joasă frecvență” a câmpului optic este realizată prin sumarea contribuțiilor modurilor participante corelate prin intermediul ecuației de evoluție a densității de purtători. Acumularea de date în această arie a domeniului este încadrabilă în etapa de dezvoltare a domeniului, care s-a conturat în ultimele două decenii.

Implicarea relativ importantă a grupurilor de cercetare în diferite aspecte ale domeniului, prin cunoașterea acestuia [1-4], a permis identificarea problemelor și a soluțiilor implicate de realizarea acestui proiect.

Din punct de vedere experimental este necesară realizarea unor sisteme stabilizate de nivel metrologic pentru alimentare și termostatare a laserilor, utilizarea de alimentatoare de curent stabilizat de înaltă performanță - sistem de măsurare și feedback termic local al sistemului optic. Sistemele opto-mecanice adiacente trebuie să fie de înaltă precizie.

Analiza semnalului optic va implica detectoare optice de bandă largă (VIS-IR) și mare viteză de răspuns (GHz), precum și sisteme de achiziție a semnalelor electrice ultrarapide, osciloscop digital cu bandă largă de frecvență de ordinul GHz. Analiza semnalului optic se referă, atât la partea de intensitate luminoasă, prin analiza comportării haotice a puterii instantanee a radiației laser emise, cât și la analiza „cromatică” a emisieii luminoase, cu un analizor de spectru de

Din punct de vedere al modelarilor numerice, rezolvarea sistemului de ecuații neliniare cuplate caracteristice implica prin scara temporală la care se referă fenomenul ($\sim 10^{-12}$ s), cât și prin durata necesară de simulare (peste 10^6 de pași temporali) o memorie RAM adecvată, un procesor foarte rapid, și programe specifice de simulare numerice (Matlab Simulink, C++, etc), deosebit de performante.