

Obiectivele fazei de executie

1. Evaluare comparativa privind dinamica haotica a emisiei laserilor cu semiconductori cu cavitata externa (LSCE)
2. Identificarea modelului numeric de modelare a emisiei haotice a unui sistem LSCE

Rezumat

In cadrul acestei etape a proiectului s-a realizat un studiu privind teoria haosului cu aplicatii in dinamica sistemelor laser, in general, si a laserilor cu cavitata externa, in particular. Una dintre premisele acestui proiect este realizarea unui cadru local de cercetare si promovare a informatiilor din zona dinamicii neliniare, in particular a teoriei haosului. Domeniul este relativ nou, si pe plan international aflandu-se intr-o plina dezvoltare si extindere, prezentand un interes stiintific, dar si aplicativ deosebit, ce este prezent in tematicile proiectelor curente de cercetare ale multor universitati de prestigiu din intreaga lume.

Originile haosului sunt foarte diferite pentru fiecare sistem neliniar, insa ele prezinta instrumente comune pentru a analiza dinamicile haotice. Toate sistemele haotice au doua trasaturi in comun, acestea sunt neliniare si implica anumite reguli iterative. Unele aspecte deosebit de semnificative si fundamentale ale teoriei haosului sunt relevate de analiza unor ecuatii matematice "simple" cum ar fi asa numita "hartă logistică" [14]. In functie de valoarea initiala a parametrului de control, sistemul poate evolua spre orbite stabile, constante sau periodice, sau spre orbite ne-periodice, de tip haotic. Aplicatii ale teoriei haosului se utilizeaza intr-o serie intreaga de realizari tehnologice. Folosirea unui semnal de feedback intarziat la controlul oscilatorilor semiconductori stabili si reglabili [2] sau utilizarea purtatoarei haotice in transmisia de date cu sisteme haotice de dimensiuni coborate [15-16] ori de dimensiune ridicata [17] sunt cateva dintre acestea.

S-au analizat sistemele Laseri cu semiconductori cu cavitata externa (LSCE) cu emisie haotica, ce reprezinta o clasa particulara a sistemelor optice neliniare haotice asupra caruia se va concentra activitatile de cercetare din cadrul proiectului datorita proprietatilor lor unice: dimensiuni reduse si utilizare facila, dar mai ales posibilitatea modularii la frecvente de ordinul GHz, care le da aplicabilitate in comunicatiile 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.

Atunci când o parte din energia laser emisă este redirecționată înapoi în cavitatea laser (feedback optic) reflectată de pe o suprafață externă, care poate fi o oglindă sau o rețea de difracție, apar o serie de fenomene interesante, unele dintre ele utile, altele nedorite [26]. Instabilitățile sistemelor LSCE, depinzând de valoarea coeficientului de feedback, sunt clasificate în cinci regimuri.

Feedback-ul optic se realizează prin plasarea unui reflector la o distanță de câțiva centimetri sau zeci de centimetri, în fasciculul emis.

Pentru punerea în evidență a emisiei haotice a unei diode laser este necesară utilizarea unei diode cu emisie monomod acordabilă (cu cavitate Fabri-Perot), diode care sunt comercializate la prețuri foarte mari, sau construirea unui montaj care să permită obținerea unei emisii laser monomod acordabile. Un montaj de principiu este prezentat în figura 4.1. Acesta este alcătuit din dioda laser, care poate emite multimod – dar cu depunere antireflex, un sistem de colimare și reglaj unghiular, eventual controlat de un element traductor piezo-electric și o rețea de difracție sau oglinda. Un astfel de montaj formează sistemul Laser cu Semiconductori (dioda laser) – Cavitate Externa (LSCE).

Dinamica unui montaj LSCE poate fi controlată experimental prin diferite tehnici de modulare: prin varierea curentului de injecție, prin modificarea factorului de cuplaj sau prin modificarea lungimii cavității exterioare cu o celulă piezoelectrică care poate produce deplasări rapide ale reflectorului de ordinul micrometrilor și la frecvențe de ordinul MHz. Stări dinamice diferite se pot obține de asemenea ca urmare a introducerii în cavitatea externă, a unui modulator electro-optic.

De asemenea, s-a realizat un studiu cu privire la modelele numerice care pot modela emisia laserilor, identificându-se un model pentru sistemele LSCE. Sistemele laser sunt sisteme fizice relativ complexe, descrise de legi fundamentale bine cunoscute, modelate de ecuații dinamice neliniare, care dacă sunt bine adaptate din punct de vedere al parametrilor pot să descrie cu o bună acuratețe comportarea reală a sistemelor într-o mare varietate de situații experimentale.

Pentru a exemplifica legătura naturală între descrierea matematică a unor sisteme haotice, care fie provin din modelarea unor varii sisteme fizice fie din considerații de

natură pur formală, și dinamica pe care o regăsim la diferitele steme laser, dinamică care poate evolua în funcție de parametrii de control ai sistemului spre o dinamică haotică, s-a arătat echivalența între sistemul de ecuații diferențiale cuplate care descrie atractorul Lorenz și ecuațiile de bază ale laserului auto-pulsant în teoria semi-clasică, la un punct spațial fix. Obiectivele fazei au fost realizate în întregime.