

Raport stiintific si tehnic 2014

Teste preliminare ale modelului functional

In aceasta etapa s-au realizat prin tehnici de micro si nanofabricatie elemente optice difractive care permit detectia eficienta vortexurilor optice. Aceste elemente au fost caracterizate atat morfologic cat si functional, rezultatele indicand calitatea si functionalitatea acestora. Modelul functional al comunicatorului optic prin spatiu liber a fost demonstrat prin realizarea suprapunerii a doua vortexuri optice modulate independent in fasciculul de iesire. S-a investigat, deasemenea, posibilitatea obtinerii de superpozitie de vortexuri in acelasi fascicul cu ajutorul unei singure holograme in vederea obtinerii unui comunicator optic cu modulatie static. In final, s-a demonstrat functionalitatea modulelor electronice care permit comunicarea optica in spatiu liber cu un transfer de informativ de 1Gb/s. S-a realizat interfata acestor module cu computerul.

Activitatea III.1 Dezvoltarea, realizarea, fabricarea si caracterizarea de DOE cu eficienta de difractie ridicata care detecteaza vortexuri optice (Coordonator IMT Bucuresti 145000RON)

S-au realizat dispozitive optice difractive cu eficienta de difractie ridicata care detecteaza vortexuri optice prin procesul de litografie cu fascicul de electroni (EBL), ulterior fiind metalizate cu un strat de aluminiu. Imaginile obtinute la microscopia de baleiaj cu electroni (SEM) sunt aratate in Fig. 1.1. Caracterizarea functionala este aratata in Fig 2.2

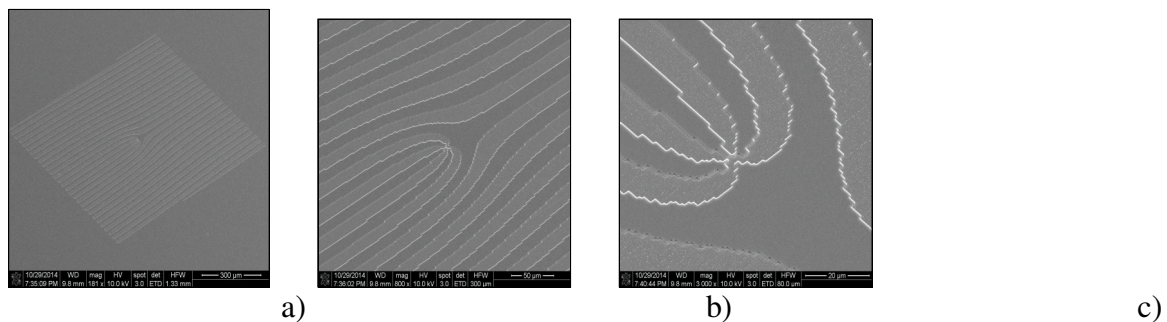


Figura 1.1 Imagini SEM ale elementelor optice difractive ce pot genera vortexuri optice cu sarcina topologica $m=4$

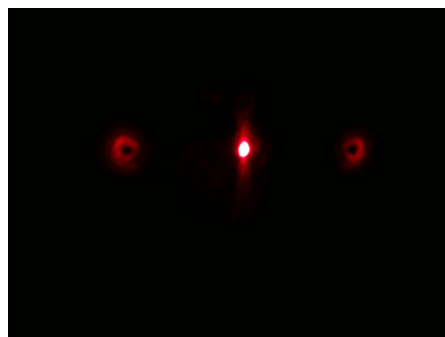


Figura 1.2 Imaginea de difractie obtinuta prin difractia radiatiei laser pe holograma de tip furca obtinuta prin EBL.

Activitatea III.2 Realizare model functional al unui comunicator optic prin spatiu liber pe baza de vortexuri optice (Coordonator IMT-Bucuresti 100000 RON)

Pentru realizarea unui comunicator optic in spatiu liber care sa opereze pe baza adaugarii unui nou grad de libertate de modulare, anume numarul topologic al vortexurilor optice, este necesar ca sa se obtina superpozitia a mai multe vortexuri optice, fiecare vortex fiind generat in mod independent de catre un laser modulat, in fasciculul de iesire al comunicatorului. Fiecare laser este modulat independent in secvente de tip ON-OFF Key (OOK). Datorita faptului ca vortexurile optice de ordine diferite sunt independente, fiecare dintre acestea transporta intr-un mod individual informativ. Astfel capacitatea canalului de transmitere a informatiei creste linear cu numarul de vortexuri suprapuse in fasciculul de iesire.

Pentru a realiza suprapunerea a doua vortexuri optice independente cu numere topologice diferite s-a ales ca solutie tehnica dispunerea in cascada a doua elemente optice difractive de tip masca spirala (SPP), fiecare dintre ele generand vortexuri optice cu momentul orbital, sau numarul topologic, $m=4$.

In esenta, laserul 1 (modulat independent) ilumineaza cu un fascicul Gaussian SPP 1. Fasciculul difractat de SPP 1 este un vortex optic de ordinul $m=4$. Acesta se reflecta pe o oglinda semi argintata astfel incat dupa reflexie fasciculul prezinta un vortex de ordin $m=4$. Acesta se difracteaza pe SPP 2, astfel incat la iesire, prin adunarea numerelor topologice, fasciculul este un vortex cu $m=8$. Laserul 2, modulat, de asemenea independent, este transmis prin oglinda semiargintata si este difractat de SPP 2, astfel incat la iesire ordinul vortexului generat de acest laser este $m=4$. In modul acesta s-a obtinut suprapunerea a doua vortexuri, modulate independent de laserul 1 respectiv laserul 2, cu numerele topologice $m=4$ respectiv $m=8$.

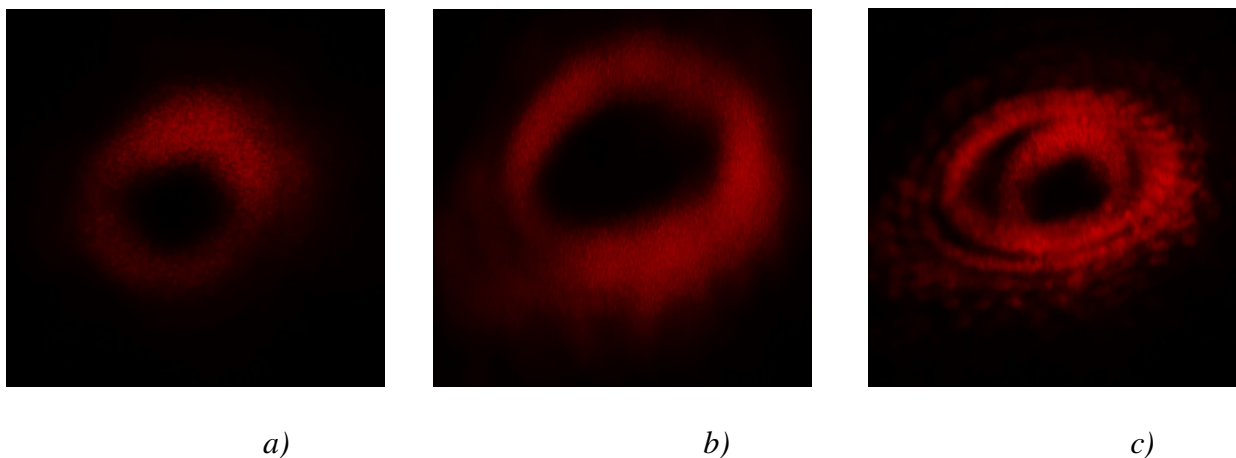


Figura 2.1. a) Vortex optic $m=4$ obtinut cu laserul 2 in starea ON difractat de SPP2; b) Vortex optic $m=8$ obtinut cu Laserul 1 in starea ON difractat de SPP1 si SPP2; c) superpozitia a doua vortexuri optice la iesirea comunicatorului optic cand ambii laseri sunt in starea ON cu $m=4$ in interior, si $m=8$ in exterior.

Activitatea III.3: Demonstrarea si testarea setup-ului optic experimental pentru modulatie statică pe bază de DOE care generează o superpozitie de vortexuri optice (P2 UPB-Bucuresti 46375 RON)

In această etapă s-a investigat posibilitatea de a obtine o superpozitie de vortexuri optice cu numere topologice diferite in acelasi fascicul utilizand o singura holograma generata de un modulator spatial (SLM). Obiectivul acestei activitati este de a creste capacitatea de transmitere a informatiei pe un canal de comunicatie prin cresterea numarului de vortexuri.

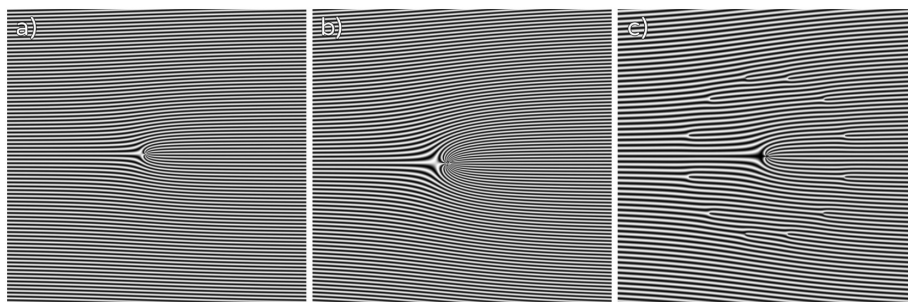
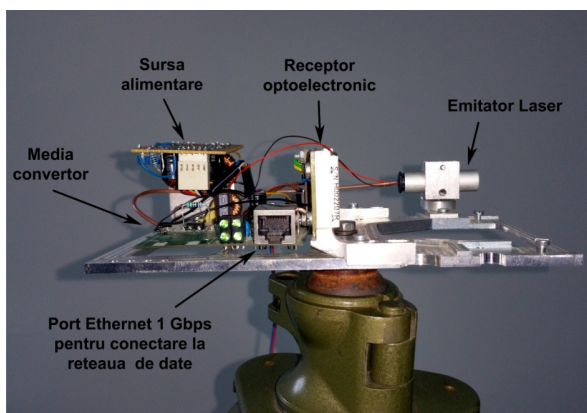


Fig. 2.1 Exemplu de imagini holografice pentru $m=8$ (a) si pentru $m=20$ (b) si interferenta dintre două fascicule $m_1=8$ si $m_2=20$ (c), pentru toate folosindu-se aceiași parametrii $w_0=40$ si $z=25$.

Activitatea III. 4 Dezvoltarea si realizarea interfetei cu computerul (P1 Optoelectronica S.A. 2001 148960RON Cofinantare 43752 RON)

S-au realizat doua module de comunicatii optice prin spatiu liber (FSO) care transmit datele cu o rata de 1Gbps.



Modulul de emisie receptie pentru comunicatorul optic in spatiu liber

S-a realizat conectarea a doua calculatoare PC prin intermediul celor doua comunicatoare, utilizand porturile Ethernet ale acestora la viteza de 1Gbps.

Distanța între cele doua comunicatoare s-a crescut treptat de la 0,2 la 5 metri, patrându-se alinierea optica între perechile corespondente emisie-receptie.

La distanța de 5 metri s-a estimat o valoare a puterii semnalului optic receptionat de către fiecare din cele doua receptoare laser la o valoare de $2 \mu\text{W}$, valoare considerata ca limita acceptabila pentru mentinerea unei legaturi de date astfel incat parametrul BER (Bit Error Rate) sa fie sub valoarea de $10\text{E-}9$, valoare considerata ca fiind acceptabila pentru comunicatiile optice prin atmosfera (FSO).

Au fost transmise pachete Ethernet prin functia "ping" din modul "Linie de comanda" al PC-urilor, de dimensiuni de 32 octeti (standard pentru "ping", Figura 9), 1536 octeti (lungime standard pachet Ethernet) si 65500 octeti (valoare maxima acceptata pentru testare "ping"), ca in figurile 9, 10 si 11. S-a observat stabilitatea legaturii prin inexistenta de pachete pierdute in oricare din cazuri pe o durata de test 30 minute pentru fiecare din cele trei setari a lungimii pachetelor.