

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE  
Tesi di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche

**Candidato:** Francesco Lenzini  
**Relatore:** Stefania Residori stefania.residori@inln.cnrs.fr  
**Correlatore:** Stefano Cavalieri cavalieri@fi.infn.it  
**Titolo:** “Two wave Mixing in un mezzo Kerr a cristalli liquidi:  
dinamica multimodale in cavità e interazione tra vortici ottici”

Questo lavoro di tesi, collocabile in un ambito di Ottica Nonlineare, è volto ad un’analisi teorica e sperimentale delle proprietà e delle applicazioni di una Valvola a Cristalli Liquidi Fotorifrattiva (che si indicherà, dall’inglese *Liquid Crystal Light Valve*, con la sigla LCLV). La LCLV, costituita da uno strato di cristalli liquidi nello stato nematico e da una parete fotoconduttrice, è un dispositivo elettro-ottico che agisce in modo analogo ad un mezzo Kerr, inducendo una variazione di fase su un fascio laser trasmesso proporzionale alla sua stessa intensità. Le proprietà nonlineari di questo dispositivo fanno sì che, quando due fasci vengono diretti ad interferire all’interno di una LCLV, si crei all’interno del mezzo un reticolo di fase foto-indotto che diffrange la luce in ingresso in una serie di ordini in uscita. Questo processo prende il nome di Two Wave Mixing, ed è il principale oggetto di studio di questo lavoro. Nella prima parte della tesi si prende in analisi come, attraverso l’accoppiamento di un fascio debolmente intenso con un fascio di pompa, il Two Wave Mixing nella LCLV possa essere sfruttato come meccanismo di amplificazione ottica, e si presenta, quindi, la realizzazione di cavità ottiche basate sulla LCLV come mezzo attivo attraverso questo meccanismo di guadagno. Nel lavoro riportato in [1] è stato mostrato sperimentalmente come la statistica del campo in una cavità a 3 specchi realizzata con la LCLV presenti, per un alto numero di Fresnel (che è un indice del numero massimo di modi trasversi che possono oscillare in risonatore), un andamento a “coda lunga” che si discosta da una statistica gaussiana. Il meccanismo che sta alla base della generazione di questa statistica è stato identificato, in questo articolo, nell’inversione spaziale del campo dopo un round trip in cavità dovuto all’utilizzo di un numero dispari di specchi; tuttavia restava da verificare, per via sperimentale, l’effettiva transizione da una statistica gaussiana ad una statistica a coda lunga nel passaggio da una cavità a 4 specchi ad una cavità a 3 specchi, e questo è stato, dunque, l’obiettivo principale delle misure riportate nella prima parte di questa tesi. Parte di questo lavoro è stato oggetto della stesura di un articolo [2], sottomesso il 20 Settembre 2011 alla rivista “Fluctuation and Noise Letters”. La seconda parte della tesi è incentrata su un’analisi teorica e sperimentale delle proprietà dei vortici ottici. I vortici ottici sono fasci trasportanti una singolarità di fase, intorno a cui la fase ed il vettore di Poynting del campo subiscono un processo di rotazione quantificabile, in unità di  $2\pi$ , da un numero intero detto carica topologica della singolarità. Si presenta, da prima, la realizzazione di un apparato sperimentale per la generazione di vortici ottici basato sull’utilizzo di uno spatial light modulator, un dispositivo elettro-ottico che consente di imprimere su un fascio trasmesso una modulazione di fase spaziale definita da un’immagine generata al computer. Successivamente viene esposto lo sviluppo di un modello teorico per un processo di Two Wave Mixing tra vortici ottici, che porta ad una derivazione di precise regole di somma fra le cariche topologiche dei fasci in ingresso sugli ordini di diffrazione. La validità del modello, infine, viene verificata con la realizzazione sperimentale di questo processo nella LCLV. Quest’ultimo lavoro è stato oggetto della stesura di un articolo [3], sottomesso il 22 Agosto 2011 ad una rivista scientifica.

[1] A. Montana, U. Bortolozzo, S. Residori, and F. T. Arecchi, Phys. Rev. Lett. 103, 173901 (2009).

[2] S. Residori, U. Bortolozzo, A. Montana, F. Lenzini, and F. T. Arecchi, “Rogue waves in spatially extended optical systems”.

[3] F. Lenzini, S. Residori, F. T. Arecchi, and U. Bortolozzo, “Optical vortex interaction and generation via nonlinear wave-mixing”.