



Dipartimento Interateneo di Fisica “M. Merlin”  
Dottorato di Ricerca in Fisica – XXXII ciclo

Dottorando: **Aldo Mazzilli**

Titolo progetto di ricerca: ***Microscopio Brillouin per l'oftalmologia***

**Abstract**

La microscopia ad effetto Brillouin è una innovativa tecnica ottica sviluppata per la caratterizzazione biomeccanica di tessuti. Grazie a questa tecnica si possono ricavare le proprietà viscoelastiche di materiali in modo non invasivo e senza contatto, lasciando inalterate le proprietà del materiale in esame. Scopo della mia attività di ricerca è la progettazione e sviluppo di un dispositivo in grado di effettuare la mappatura delle proprietà elastiche della cornea utilizzando la microscopia Brillouin.

STATO DELL'ARTE

Il fenomeno alla base di questa tecnica è lo scattering anelastico Brillouin. La luce scatterata è caratterizzata da uno shift in frequenza che è direttamente collegato con il modulo elastico del materiale. Le componenti spettrali della radiazione di scattering Brillouin sono estremamente vicine in frequenza a quella della luce scatterata elasticamente. Infatti, lo shift in frequenza Brillouin è dell'ordine dei GHz ( $0.1-0.5 \text{ cm}^{-1}$ ). Per effettuare questo tipo di misura, si utilizza uno spettrometro denominato VIPA (virtually imaged phased array). Questo tipo di spettrometro consente di ottenere un'alta risoluzione spettrale (finesse  $\sim 60$ ) e un'elevata efficienza di trasmissione (fino all'80%) e una riduzione dei tempi di acquisizione, effettuando l'analisi delle varie componenti spettrali in un'unica acquisizione. L'utilizzo di questo spettrometro unito ad un microscopio confocale consente di ottenere una mappatura delle proprietà elastiche del materiale.

Questa nuova tecnica di imaging è stata usata per la mappatura delle proprietà elastiche su campioni *ex vivo*. Ad ogni punto del campione analizzato, corrisponde uno shift Brillouin che ne definisce le proprietà elastiche. In particolare, questa tecnica di imaging è stata applicata in oftalmologia per lo studio della rigidità del tessuto corneale. La variazione spaziale delle proprietà elastiche della cornea può provocare una deformazione della cornea e, conseguentemente, l'insorgere di patologie. È quindi importante creare una mappatura delle proprietà elastiche della cornea, in modo da poter monitorare la salute della cornea stessa.



Durante il tempo di acquisizione della misura ( $\sim 15$ sec) il paziente compie dei movimenti che modificano il punto di acquisizione. Infatti, anche la sola respirazione può provocare una variazione in profondità tra i 150 e i 200  $\mu\text{m}$ . Quindi, per creare una mappatura accurata delle proprietà elastiche della cornea, è necessario sviluppare uno strumento che, monitorando la posizione dell'occhio, riesca a determinare con precisione il punto che ha prodotto lo shift Brillouin misurato.

## PROGETTO DI RICERCA

La mia attività di ricerca sarà volta alla soluzione di questa problematica e allo sviluppo di un dispositivo che, utilizzando la microscopia ad effetto Brillouin, possa essere utilizzato nella pratica clinica ed essere accurato, preciso, user-friendly e robusto.

Durante la mia attività di ricerca, mi occuperò dello studio e sviluppo di tecniche di eye imaging/tracking per la realizzazione di una tecnica di imaging in tempo reale che analizzi e guidi l'acquisizione di Brillouin. In particolare, studierò diverse tecniche di eye-tracking sia per la determinazione della posizione del punto della cornea che ha prodotto lo shift Brillouin misurato, sia per fornire una guida al fascio laser dello strumento Brillouin. Implementerò sperimentalmente la tecnica individuata testandola inizialmente su un modello di occhio, e, successivamente, sposterò l'analisi su occhio reale. Validerò la tecnica così implementata, ottimizzando l'apparato sperimentale ed effettuando dei test di robustezza. Infine implementerò il sistema sviluppato all'interno dello strumento per effettuare imaging Brillouin in modo da ottenere un dispositivo che possa essere usato nella pratica clinica quotidiana.