

Tesi di laurea di: **Federico La China**

Relatore: **Prof. Massimo Gurioli** (gurioli@fi.infn.it)

Titolo tesi: **Imaging in campo vicino con scattering risonante di microcavità fotoniche**

Il nostro lavoro sperimentale si colloca nell'ambito della caratterizzazione ottica di strutture a cristallo fotonico, necessaria per comprendere il comportamento spaziale e spettrale del campo elettromagnetico all'interno di questi sistemi. Ai convenzionali metodi di indagine spettrale come la fotoluminescenza (PL) che richiede campioni otticamente attivi, o l'accoppiamento evanescente del segnale in un sistema guida d'onda-cavità, si è affiancata un'altra tecnica che consiste nel far incidere sul campione radiazione risonante con i modi fotonici della struttura e raccoglierne quindi il segnale diffuso: è il metodo della diffusione risonante (RS o *resonant scattering*). Il principale vantaggio di questo tipo di indagine è che non richiede campioni otticamente attivi né lo sviluppo di particolari strutture. Recenti misure su microcavità fotoniche hanno mostrato come con lo *scattering* risonante implementato su un apparato SNOM (microscopio a scansione a campo vicino) si possa accedere alle medesime informazioni spettrali e di distribuzione spaziale dei modi fotonici che si ottengono dalla PL. Tuttavia il limite di risoluzione imposto dalla sonda dielettrica locale per il campo evanescente e il basso rapporto segnale/rumore non permettevano un'efficace analisi dei dati raccolti e quindi un completo *imaging* dei modi di cavità.

Nel nostro lavoro sono state caratterizzate microcavità fotoniche su membrana sospesa in aria con un laser ad ampio spettro e uno in continua accordabile in frequenza, in modo da indagare l'intervallo spettrale in cui cadono i modi permessi della struttura. Mediante l'ottimizzazione dell'apparato sperimentale e una corretta sottrazione del segnale di fondo, è stato possibile ottenere spettri di RS con ottimo rapporto segnale/rumore dai quali ricostruire mappe di distribuzione spaziale del campo elettrico consistenti con le simulazioni numeriche FDTD. Si osserva inoltre una modulazione del peculiare profilo spettrale asimmetrico (*profilo di Fano*) delle risonanze di cavità, associabile ad una variazione di fase del campo elettrico nelle simulazioni; questo suggerisce che con lo *scattering* risonante sia possibile accedere alla parte *reale* del campo elettrico, al contrario della PL che fornisce solo informazioni sull'intensità. Nell'ottica di studiare la variazione del profilo di Fano, si è scelto di utilizzare una tipologia di sonda SNOM recentemente sviluppata, caratterizzata da una geometria a *campanile* con migliore risoluzione spaziale delle sonde dielettriche, che sfrutta alcune interessanti proprietà dei *polaritoni plasmonici di superficie* (SPPs) per incrementare l'efficienza di trasmissione e raccolta del segnale. Le misure di RS con queste sonde forniscono le stesse informazioni ottenibili in PL, ad ulteriore conferma della validità della diffusione risonante come tecnica di indagine spettrale; in aggiunta è possibile mappare in un'unica scansione le componenti di campo elettrico e magnetico dei modi, grazie alla peculiarità di queste sonde di determinare sia una perturbazione elettrica che magnetica. L'intervallo di spostamento spettrale introdotto dalla sonda risulta tre volte più grande di quello ottenuto con punte dielettriche e mappando lo spostamento della lunghezza d'onda del modo si ricostruiscono distribuzioni spaziali in perfetto accordo con le simulazioni, con una risoluzione di (80 ± 30) nm per il profilo più stretto rilevato. La modulazione spaziale della parte reale del campo elettrico, correlata con la variazione di fase del modo risonante di cavità, è determinata dalla variazione del profilo di Fano all'interno dello stesso modo fotonico.