



Schede dei gruppi di ricerca

CNR – IFN Istituto di Fotonica e Nanotecnologie

IFN 01 - Laboratorio di fotonica per la salute	2
IFN 02 - Laboratorio di sensoristica e spettroscopia ottica per l'ambiente, la salute, la sicurezza e le osservazioni astronomiche	4
IFN 03 - Laboratorio di micro e nano lavorazioni laser con sorgenti a femtosecondi	6



IFN 01 - Laboratorio di fotonica per la salute

Attività

Il monitoraggio non invasivo dell'emodinamica e del metabolismo ossidativo è un importante metodo di indagine nel muscolo e nel cervello. In particolare, esso permette lo studio dei meccanismi legati alla normale fisiologia sotto sforzo e alla patologia, il monitoraggio dell'attività cerebrale in risposta a particolari stimoli, la diagnosi di malattie mentali, la localizzazione di lesioni cerebrali, e può essere d'aiuto per seguire i progressi conseguiti dai pazienti nell'attività riabilitativa a cui sono sottoposti. In questo ambito, la radiazione ottica nella regione spettrale del visibile e vicino infrarosso (600-1100 nm, NIR) è un efficace mezzo diagnostico in quanto:

- i tessuti biologici presentano in questo intervallo spettrale una relativa trasparenza permettendo alla radiazione ottica di penetrare per qualche centimetro e quindi di avere accesso anche a strutture profonde (muscolo o corteccia cerebrale) operando dall'esterno in modo completamente non invasivo.
- gli spettri di assorbimento dell'emoglobina ossigenata e deossigenata presentano caratteristiche diverse che un approccio multispettrale può sfruttare per determinare in modo indipendente le concentrazioni di questi due componenti che sono i principali composti coinvolti nell'emodinamica dei tessuti biologici.

La propagazione della radiazione ottica nella regione spettrale di interesse all'interno dei tessuti biologici è regolata da due fenomeni fisici principali:

- l'assorbimento, che dà accesso alle concentrazioni dei principali cromofori, come già detto;
- la diffusione, fenomeno legato alle strutture microscopiche del tessuto.

Al fine di avere una stima il più possibile attendibile e accurata dell'emodinamica del tessuto occorre valutare separatamente questi due fenomeni fisici. Ciò è possibile adottando un approccio spettroscopico risolto nel dominio del tempo, che ha l'ulteriore vantaggio di aumentare la risoluzione spaziale in profondità, permettendo in questo modo di discriminare i contributi provenienti dalle diverse strutture presenti nel tessuto biologico nel segnale rivelato.

L'attività di ricerca sarà focalizzata allo sviluppo di strumentazione NIRS compatta e multicanale. In particolare, la tecnica sviluppata permetterà di effettuare misure risolte nel dominio del tempo impiegando strumentazione allo stato dell'arte:

- sorgenti laser compatte in grado di generare impulsi con durata di poche decine di picosecondi e potenza media di una decina di milliwatt nel range spettrale del visibile e vicino infrarosso;
- rivelatori compatti con risposta veloce (dell'ordine del nanosecondo) e sensibilità del singolo fotone per rivelare i deboli segnali ottici propagantesi nei tessuti biologici;



- schede e dispositivi elettronici per l'acquisizione dei segnali risolti nel tempo, in grado di garantire una risoluzione temporale del picosecondo mediante la tecnica di conteggio di singolo fotone correlato nel tempo (TCSPC).

La strumentazione sviluppata sarà inoltre costruita in modo da soddisfare tutti i requisiti necessari per ottenere dal Ministero della Salute lo status di "Dispositivo Medico" che ne permetterà l'utilizzo in ambiente clinico.

La strumentazione sviluppata verrà impiegata per studi di monitoraggio funzionale dell'emodinamica sia nel muscolo che nel cervello per applicazioni nell'ambito delle terapie riabilitative (es. monitoraggio della risposta funzionale a seguito di riabilitazione assistita da robot).

Responsabile scientifico

Dott Lorenzo Spinelli

IFN – CNR (c/o Politecnico di Milano – Dipartimento di Fisica)

Tel 02 2399 6097 – mail: lorenzo.spinelli@polimi.it



IFN 02 – Laboratorio di sensoristica e spettroscopia ottica per l'ambiente, la salute, la sicurezza e le osservazioni astronomiche

Attività

L'attività di ricerca mira a sviluppare una strumentazione spettroscopica basata su un'innovativa tipologia di sorgente laser capace di emettere un pettine di frequenze ottiche equidistanti, per lo studio, la rivelazione e l'identificazione di composti molecolari in fase gassosa di rilevanza per i settori dell'ambiente, della salute, della sicurezza, nonché per il campo della fisica.

Nel settore ambientale i target molecolari saranno prevalentemente molecole inquinanti, gas serra o sostanze chimiche in fase gassosa provenienti da scarichi industriali. Nel settore della salute si intende sviluppare una tecnologia innovativa che possa consentire un vero e proprio screening, in tempo reale e ad altissima sensibilità, del respiro umano. L'idea è di mettere a punto una tecnica diagnostica non invasiva di una certa famiglia di patologie sulla base della correlazione che sussiste tra dette patologie e la composizione chimica dell'espirato.

Verranno altresì svolti studi di carattere prevalentemente scientifico, volti a: i) determinare parametri spettroscopici quali frequenze e coefficienti di allargamento per pressione di righe di assorbimento, utilizzabili per la comprensione della struttura energetica delle molecole nonché per migliorare l'accuratezza dei database oggi utilizzati per la rivelazione ed identificazione delle molecole su base spettroscopica; ii) effettuare misure accurate di centro riga e intensità di riga di molecole di interesse astrofisico quale la molecola HD, il cui spettro è di interesse sia quale test di modelli molecolari quanto-meccanici, sia come strumento per inferire indicazioni circa la variazione di costanti fondamentali della fisica su tempi di scala cosmologica, quale la variazione del rapporto tra massa del protone e massa dell'elettrone.

Strumentazione

- sorgente laser a pettine di frequenze e a singola frequenza nelle regioni spettrali del vicino e medio infrarosso, e prospetticamente nell'ultravioletto;
- componentistica idraulica per la manipolazione di gas: tubazioni, celle multipasso, cavità ottiche ad elevata finezza, vacuometro
- strumenti di misura di grandezze elettriche: oscilloscopi, analizzatori di spettro elettrico, sistemi Real-time e PXI basati su FPGA

Servizi per le imprese

- consulenza nel settore della sensoristica ottica
- consulenza sull'utilizzo della piattaforma Labview e dei moduli Real-time ed FPGA) per acquisizione dati, processing e per automazione di sistemi complessi



Responsabile scientifico

Prof. Marco Marangoni

Politecnico di Milano - Polo territoriale di Lecco

Via G. Previati, 1/c - 23900 Lecco

Tel. 0341.48.8896 – email: marco.marangoni@cnr.it



IFN 03 – Laboratorio di micro e nano lavorazioni laser con sorgenti a femtosecondi

Attività

La tecnologia dei laser a femtosecondi consente di realizzare processi di microlavorazione ultraprecisa su materiali sia dielettrici che conduttori e semiconduttori, inorganici e organici, preservando le caratteristiche del materiale circostante e in modo ecocompatibile. In particolare i laser a femtosecondi consentono di fabbricare per “scrittura diretta”, mediante irraggiamento in regime non lineare, strutture tridimensionali (guide d’onda ottiche e, in combinazione con etching chimico in fase liquida, microcanali) all’interno di materiali bulk trasparenti; inoltre consentono di realizzare strutture superficiali in regime di ablazione e di modificare le caratteristiche superficiali dei materiali. Le attività di ricerca qui proposte sono focalizzate ai processi di microlavorazione con due diverse finalità principali: da un lato la progettazione e realizzazione di dispositivi integrati fotonici, microoptofluidici e mecatronici; dall’altro le lavorazioni superficiali (texturing e funzionalizzazione di superfici) sia su materiali metallici che su materiali dielettrici e ibridi. L’impatto della tecnologia proposta è molto vasto e con importanti potenziali ricadute a livello industriale in quanto consente di realizzare dispositivi e microsistemi e di funzionalizzare i materiali per applicazioni nel settore della sensoristica per diagnostica biomedica, ambiente, sicurezza e nel settore dell’energia. Da sottolineare il fatto che l’IFN ha una consolidata esperienza anche nello sviluppo di sensori ottici e sistemi di controllo per il monitoraggio in linea dei processi di lavorazione laser.

La tematica delle microlavorazioni meccaniche con laser, che ha importanti ricadute nel territorio lecchese, si inserisce all’interno dell’aggregazione dei materiali funzionali per la meccanica, l’ottica e l’optomeccanica (che vede come capofila proprio il CNR-IENI di Lecco) e trova forti sinergie con attività e collaborazioni già in corso (ad es., si citano le attuali collaborazioni di IFN con ITIA nell’ambito del progetto Bandiera “Fabbrica del Futuro” con il progetto PLUS, e con IENI all’interno del progetto Energia dell’accordo quadro CNR Regione Lombardia).

Servizi per le imprese

Consulenza nel settore delle microlavorazioni con laser a femtosecondi di elevatissima precisione.

Responsabile scientifico

Prof. Roberta Ramponi

c/o Politecnico di Milano – Dipartimento di Fisica

tel. 02 2399 6150 – email: roberta.ramponi@polimi.it