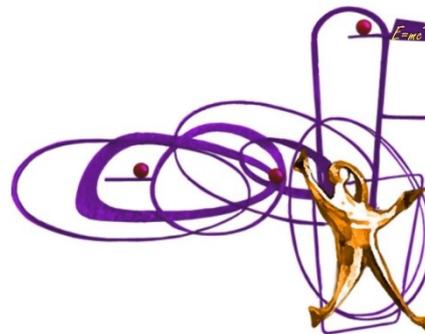




**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO**



DIPARTIMENTO INTERATENEO DI FISICA "M. MERLIN"

SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN FISICA XXXI CICLO

Presentazione dell'attività di ricerca

**TECNICHE SPETTROSCOPICHE INNOVATIVE PER
LA RIVELAZIONE DI TRACCE GASSOSE**

Dottoranda: MARILENA GIGLIO

SOMMARIO

- 0 Problematica e tecniche proposte
- 0 Quartz Enhanced Photoacoustic Spectroscopy
- 0 Intracavity Quartz Enhanced Photoacoustic Spectroscopy
- 0 Frequency Comb Spectroscopy
- 0 Obiettivi primo anno
- 0 Obiettivi anni successivi

PROBLEMATICA E TECNICHE PROPOSTE

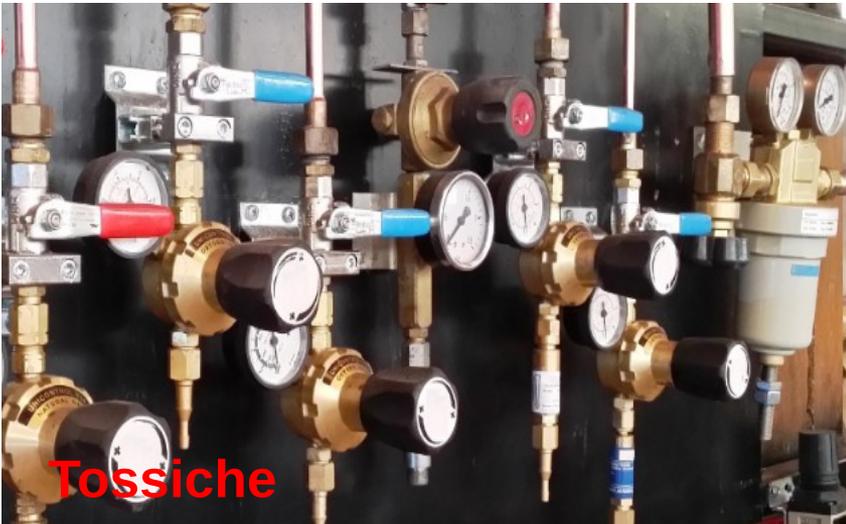
Inquinanti



Esplosive



Crescente interesse per la rivelazione di tracce gassose



Tossiche

Indicative di malattie specifiche

ASTHMA: **Nitric oxide** levels rise when airways are inflamed.

STOMACH ULCERS: The gut bacteria *H. Pylori*, when mixed with a chemical tracer, emits a **carbon isotope** in breath.

LUNG CANCER: Tumors create dozens of unique **volatile organic compounds**, while sensory arrays identify telltale patterns.

DIABETES: Elevated levels of **acetone in breath** indicate ketosis, which reflects insufficient glucose.

KIDNEY DISEASE: 'Electronic nose' test recognizes **ammonia-like odor** linked to renal failure.

LIVER DISEASE: Patients whose livers can't metabolize a tracer solution containing methacetin show changes in **carbon dioxide levels**.

IRRITABLE BOWEL SYNDROME: **Elevated hydrogen** in breath can indicate bacterial overgrowth in small intestine.

LACTOSE MALABSORPTION: Undigested lactose in the colon is fermented by bacteria, **raising hydrogen breath levels**.

HEART TRANSPLANT REJECTION: Rejection creates 'oxidative stress' that produces **alkanes and methylalkanes** in breath.

PROBLEMATICA E TECNICHE PROPOSTE

Ambiente

Sicurezza

THE FRAMEWORK PROGRAMME FOR RESEARCH AND INNOVATION

HORIZON 2020

The logo for Horizon 2020 features a central globe of the Earth resting on a dark, reflective sphere. The globe is illuminated from above, creating a bright glow. The background is a deep blue with light rays emanating from behind the globe, suggesting a horizon or a bright light source. The text 'HORIZON 2020' is written in large, white, sans-serif capital letters across the middle of the image.

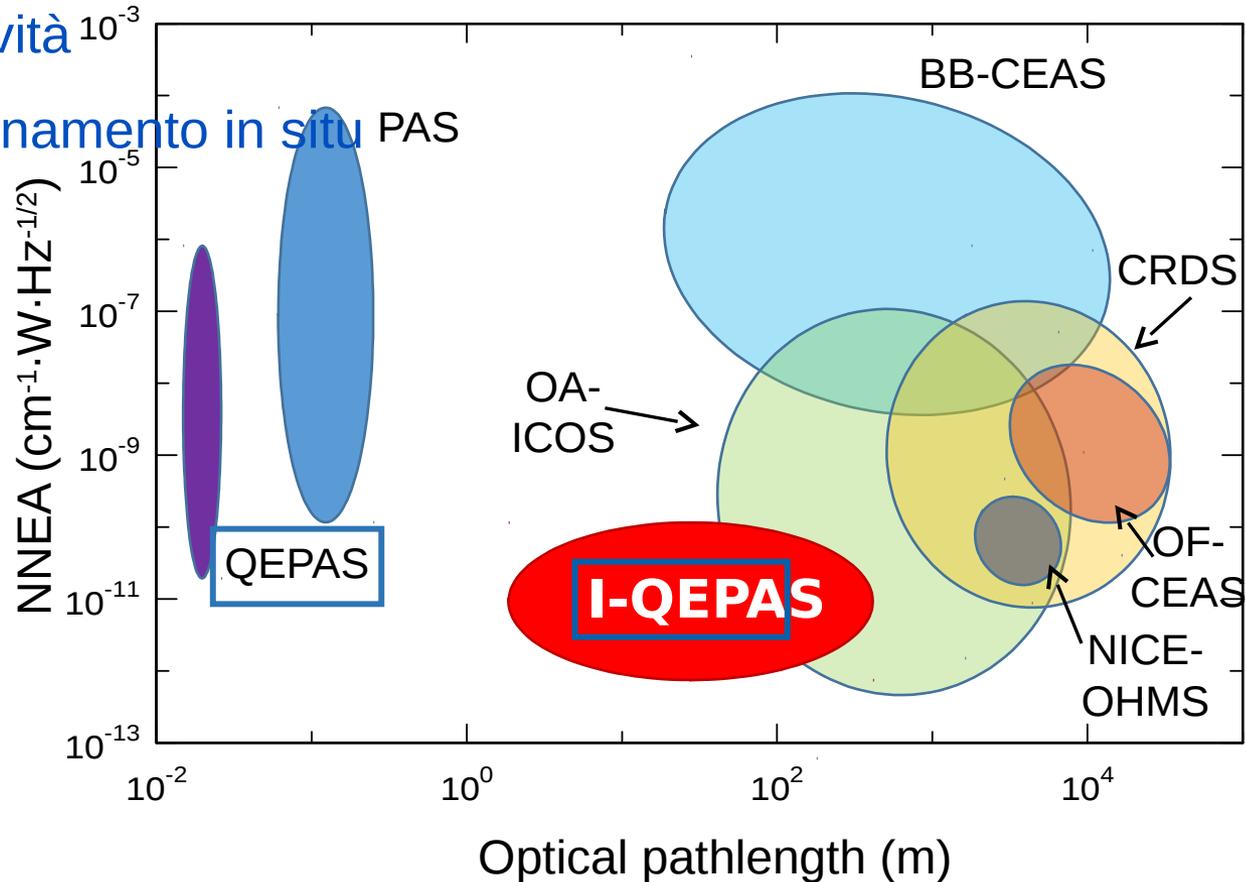
**Controllo processi
industriali**

Salute

PROBLEMATICA E TECNICHE PROPOSTE

- ✓ Alta sensibilità
- ✓ Misure continue e in real time

- ✓ Selettività
- ✓ Funzionamento in situ



QUARTZ ENHANCED PHOTOACOUSTIC SPECTROSCOPY

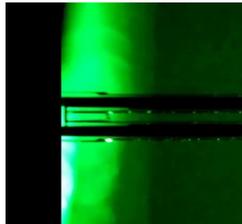
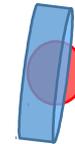
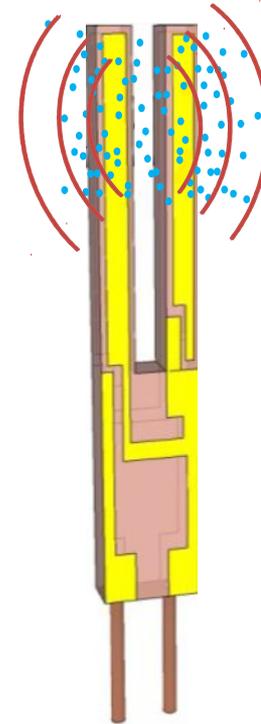
o Gas di interesse eccitato da un fascio laser con
 $\lambda = \lambda_{\text{ass}}$



o Effetto fotoacustico:

- conversione in calore dell'energia luminosa assorbita dal gas (riscaldamento ed espansione locale)

- modulazione del laser → generazione di un'onda sonora

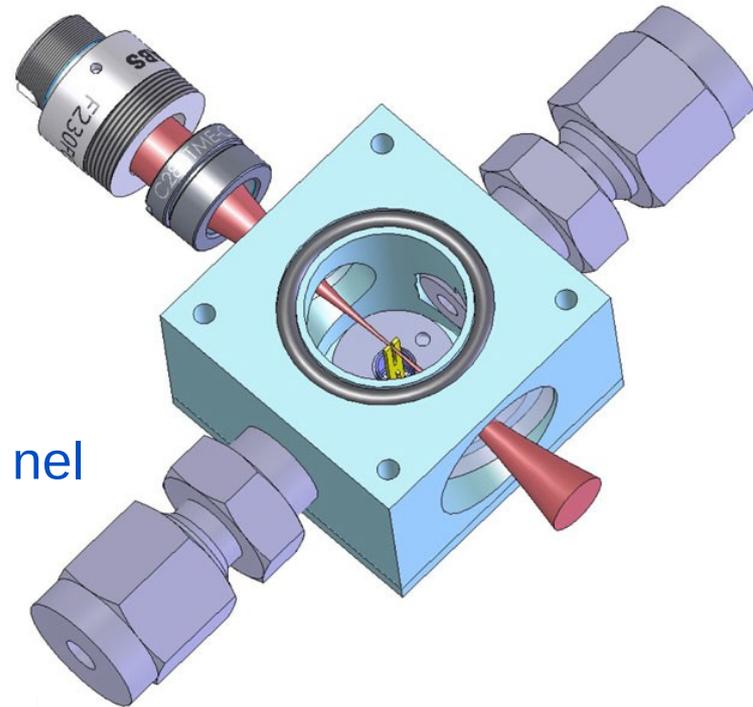


o Rivelazione mediante diapason di quarzo (piezoelettrico) risonante con l'onda sonora: conversione delle vibrazioni meccaniche in corrente

o Intensità del segnale proporzionale alla concentrazione del gas

QUARTZ ENHANCED PHOTOACOUSTIC SPECTROSCOPY

- Non è necessario un rivelatore ottico
- Miniaturizzazione
- Perdite dissipative estremamente basse
- Ampio range dinamico di rivelazione
- Elevata selettività del segnale acustico sia nel dominio delle frequenze che dello spazio
- Possibilità di operare in un ampio range di pressioni e temperature
- Immunità al rumore acustico ambientale → sensibilità limitata dal solo rumore termico
- Assenza di rumore a bassa frequenza

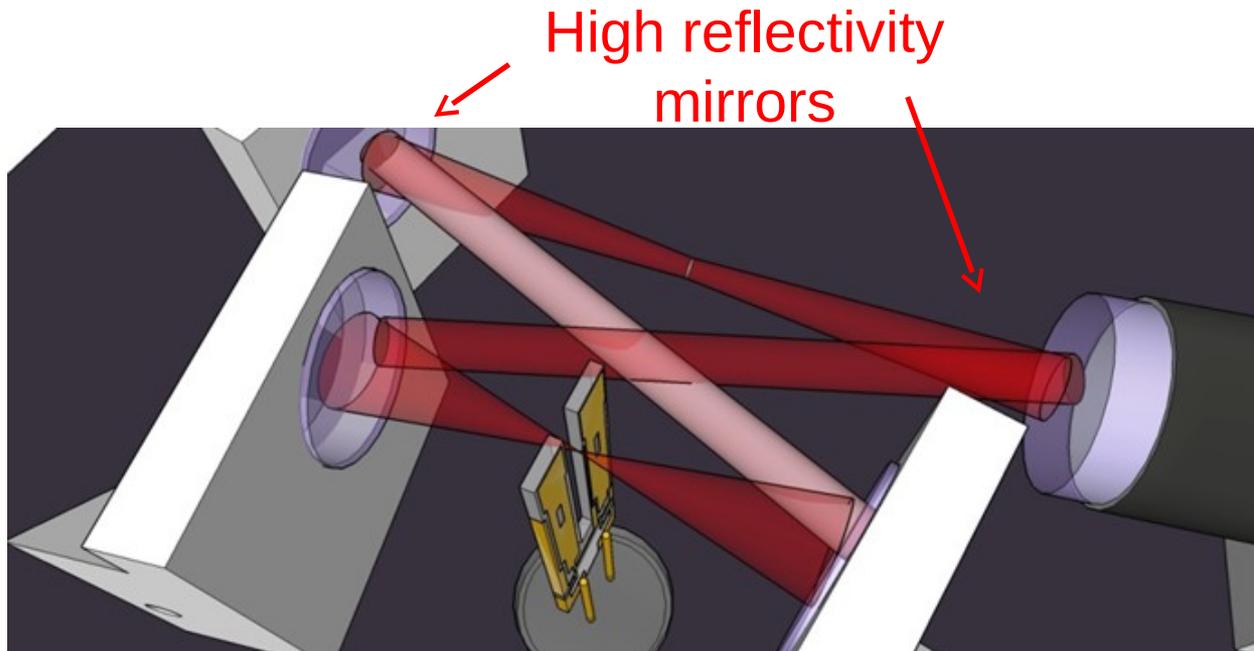


INTRACAVITY QUARTZ ENHANCED PHOTOACOUSTIC SPECTROSCOPY

Inclusione del trasduttore optoacustico all'interno di una cavità ottica multipasso

→ incremento della potenza ottica disponibile proporzionale al numero di riflessioni della luce in cavità

→ aumento della sensibilità del sistema QEPAS in maniera proporzionale



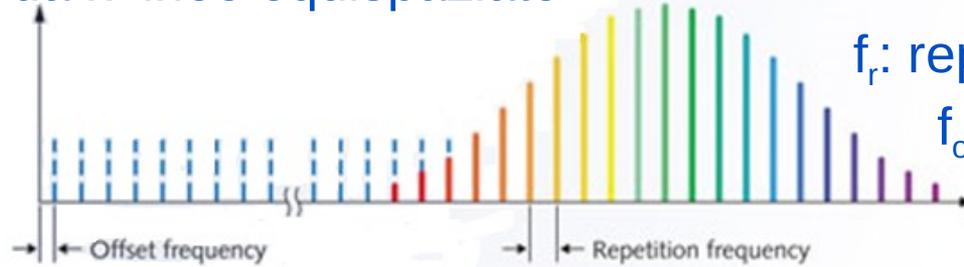
OPTICAL FREQUENCY COMB SPECTROSCOPY

Spettro costituito da n linee equispaziate

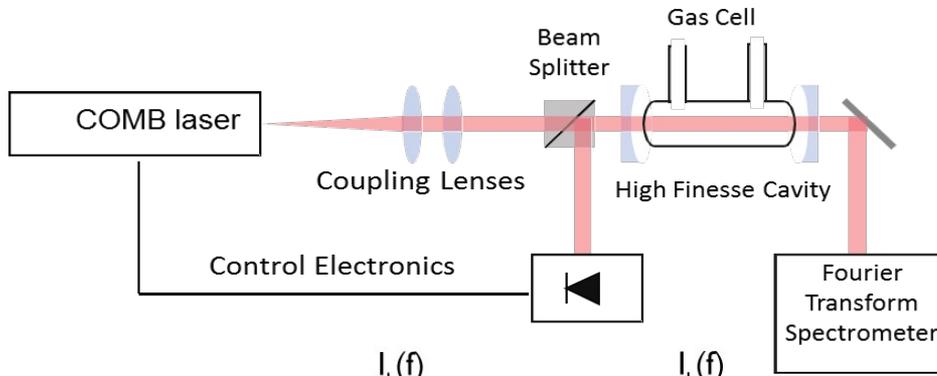
$$\nu_n = n f_r + f_o$$

f_r : repetition frequency

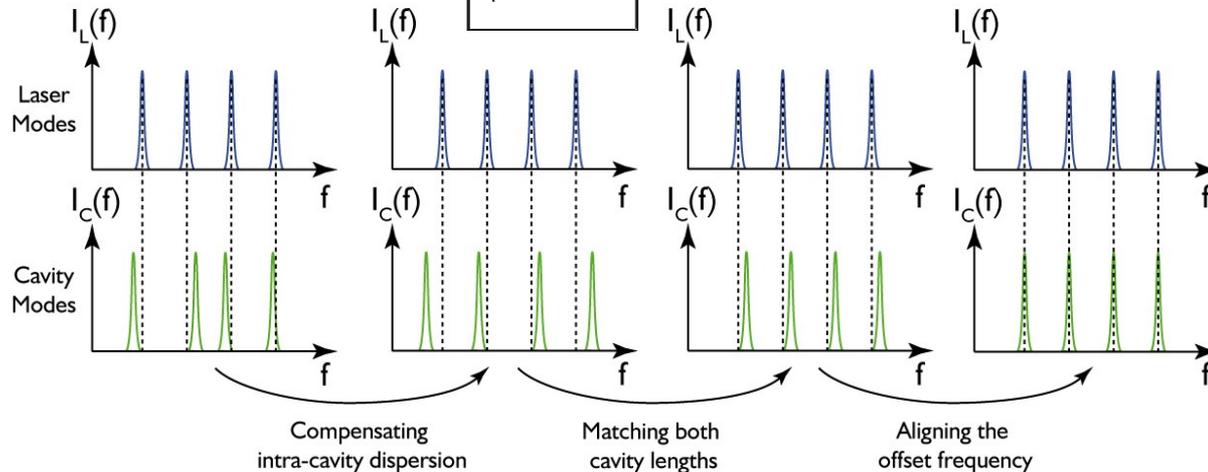
f_o : offset frequency



Spettroscopia ad alta risoluzione su un'ampia finestra spettrale



Obiettivo: rilevare assorbitori a larga banda, accoppiando i pettini di un comb-laser con i modi di una cavità
→ **sensore multipasso operante su molteplici righe laser**



OBIETTIVI PRIMO ANNO

- Ingegnerizzazione e riprogettazione, in prospettiva della produzione su scala industriale, di un preesistente sensore QEPAS di SF₆, in collaborazione con MASMEC S.p.A. per il monitoraggio di perdite in sistemi meccatronici ad alta tenuta
- Progettazione e realizzazione di un sensore QEPAS in grado di rivelare contemporaneamente due specie gassose (NO-NO₂) mediante l'utilizzo di diapason di quarzo progettati ad hoc, per il monitoraggio in ambienti urbani
- Studio dei limiti di rivelazione dei sensori QEPAS ed individuazione dei distinti contributi al rumore
- Studio di un sensore I-QEPAS
- Studio delle proprietà elettro-elastiche e optoacustiche di diapason di quarzo innovativi



PON 02 MASSIME

OBIETTIVI ANNI SUCCESSIVI

- Progettazione e realizzazione di un sensore I-QEPAS presso la Rice University (Houston, Texas, USA)
- Studio, progettazione e realizzazione di sensori basati sulla Electrically Pumped Interband Cascade (**EPIC**) Optical Frequency Comb Spectroscopy presso la Rice University (Houston, Texas, USA)



DEFENSE ADVANCED
RESEARCH PROJECTS AGENCY



RICE



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!