

OTTICA QUANTISTICA

anno accademico 2001-2002

**VISITA AI LABORATORI STRUMIA-BEVERINI
DEL DIPARTIMENTO DI FISICA
DELL'UNIVERSITÁ DI PISA**

PARTE I: LASER FIR E CO₂

LASER CO₂

Mezzo Attivo

Miscela di gas in flusso CO₂, N₂, He.

- CO₂: mezzo attivo a cui è dovuta l'emissione laser.
- N₂: aiuta il pompaggio del CO₂.
- He: raffredda la miscela aiutando lo spopolamento dei livelli inferiori del CO₂.

La miscela è in flusso per evitare il surriscaldamento di questi con la conseguente perdita di efficienza. In figura 1 sono rappresentati i livelli energetici del CO₂ e dell'N₂ interessati all'emissione laser. L'emissione laser avviene fra i livelli vibrazionali del CO₂ a 9 e 10 μm .

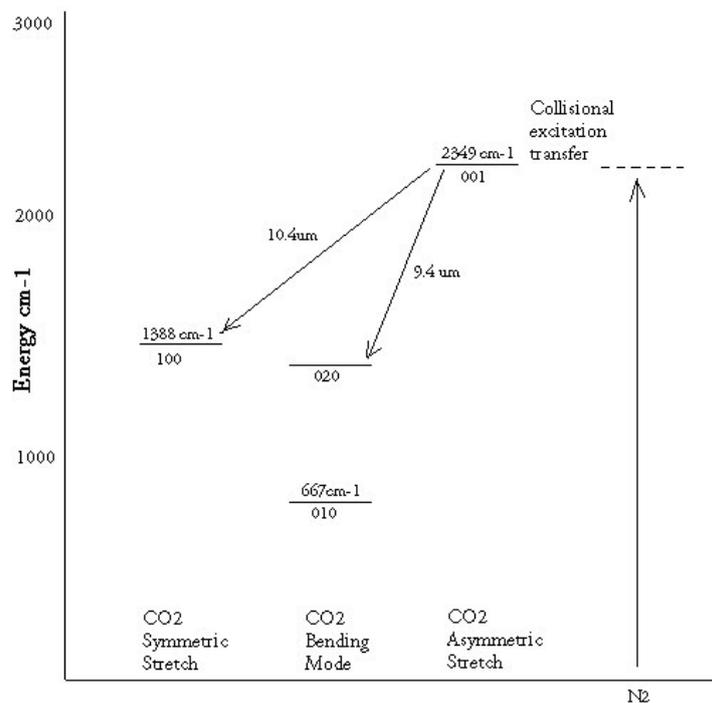


Figura 1: Livelli energetici del CO₂ interessati all'emissione laser

Meccanismi di pompa

Il pompaggio è elettronico: si applica una d.d.p. fra due elettrodi provocando una scarica elettrica. Gli elettroni messi in moto urtano le molecole di CO_2 e N_2 creando l'inversione di popolazione. La scarica è impulsata, l'emissione è perciò impulsata. La durata dell'impulso laser dipende dalle pressioni dei gas ($\sim 10\mu\text{sec}$).

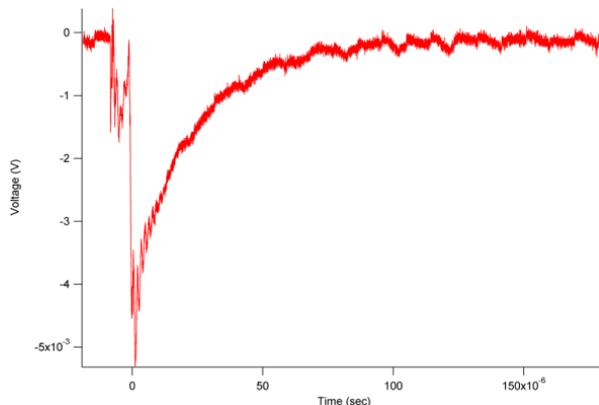


Figura 2: Impulso del laser CO_2

Cavità laser

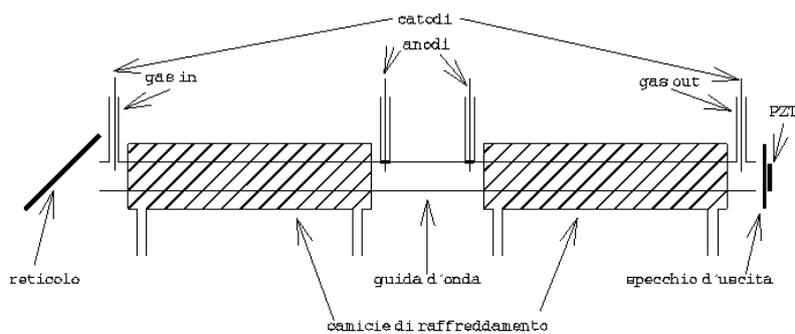


Figura 3: Cavità del laser CO_2

La cavità laser è mostrata in figura 3. La cavità è in guida d'onda dielettrica, con un reticolo di diffrazione in configurazione di Littrow ed uno specchio mobile montato su un piezoelettrico. Le pareti della guida d'onda vengono raffreddate tramite delle camicie in cui scorre del liquido raffreddante.

Accordabilità

I livelli vibrazionali del CO_2 presentano una struttura rotazionale come quella mostrata in figura 4. Con l'ausilio del reticolo si può far risuonare un

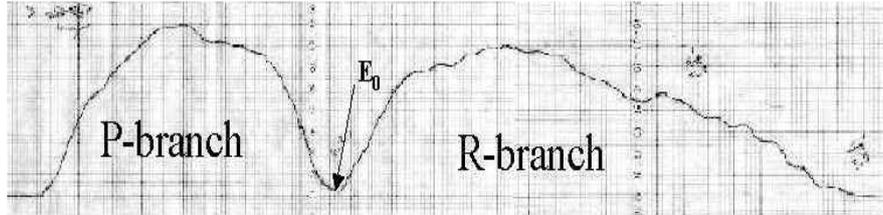


Figura 4: Spettro rotazionale del CO_2

unico modo rotovibrazionale del CO_2 . La radiazione deve infatti soddisfare l'equazione del reticolo in configurazione Littrow:

$$m \cdot \lambda = d \sin \theta \quad (1)$$

dove m è un intero, λ la lunghezza d'onda della luce e θ l'angolo fra la normale al reticolo e la direzione di propagazione della luce. Ruotando il reticolo cambia la riga roto-vibrazionale del CO_2 che può risuonare nella cavità.

Una accordabilità fine si ottiene cambiando la lunghezza della cavità tramite il PZT posto dietro allo specchio di uscita (si riesce a fare 160 MHz di scansione continua).

LASER FIR

Radiazione FIR (Far Infrared): $\lambda \sim 100\mu m \div 1mm$

Mezzo Attivo

L'emissione laser avviene fra livelli rotazionali adiacenti di uno stesso livello

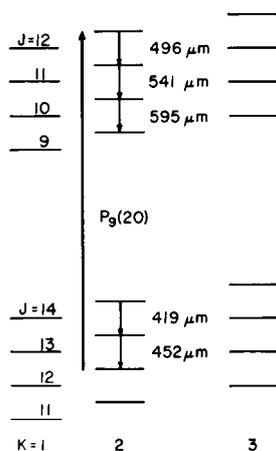


Figura 5: Livelli energetici coinvolti nell'emissione laser FIR del $C^{12}H_3F$

vibrazionale eccitato di una molecola (vedi figura 5). Cambiando il tipo di molecola ($HCOOH$, CH_3I , $C^{12}H_3F$...) si cambiano le possibili righe di emissione laser.

Meccanismi di pompa

Il pompaggio avviene otticamente con la radiazione di un laser CO_2 . Il pompaggio ottico è altamente selettivo e permette di popolare solo il livello ad energia maggiore.

Cambiando la riga di pompa cambio le possibili righe FIR.

Cavità

Sono possibili due tipi di cavità:

- **Cavità Aperta:** due specchi sferici quasi confocali (figura 6).
- **Cavità in guida d'onda:** guida d'onda metallica o dielettrica terminata con due specchi piani (figura 7).



Figura 6: Cavità per laser FIR in configurazione aperta

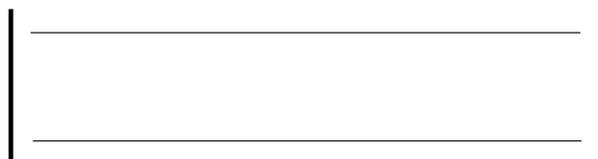


Figura 7: Cavità per laser FIR in guida d'onda

Accordabilità La larghezza in frequenza della riga di guadagno del mezzo attivo è di pochi kHz, meno della larghezza del modo di trasmissione della cavità (situazione in figura 8). I laser FIR non sono perciò accordabili.

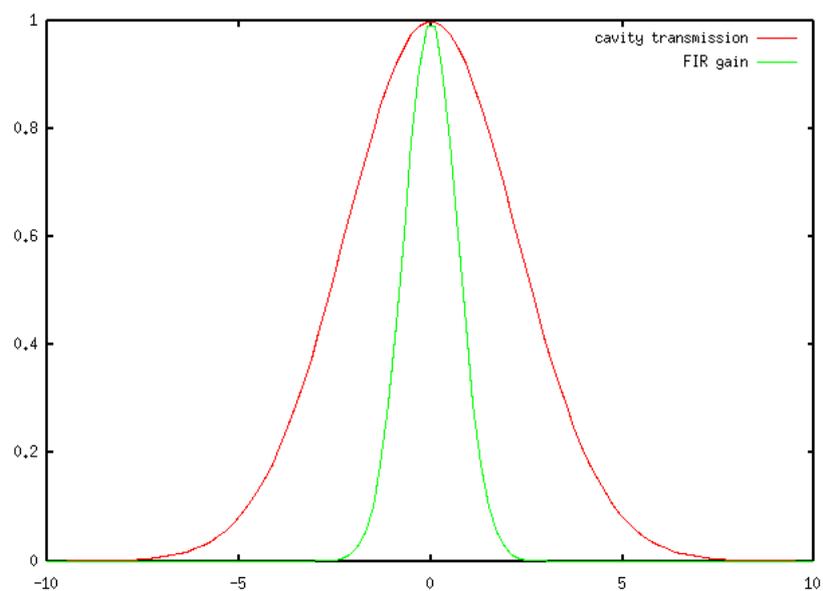


Figura 8: Larghezza del guadagno del mezzo attivo rispetto al modo di trasmissione della cavità.