



PROPAGACIÓN SUBLUMÍNICA Y SUPERLUMÍNICA DE PULSOS DE LUZ EN FIBRAS ÓPTICAS POR OSCILACIONES COHERENTES DE LA POBLACIÓN

Francisco Arrieta-Yáñez, Joaquín Ruiz-Rivas, Sonia
Melle y Oscar G. Calderón

Quantum Coherence Laboratory,
Universidad Complutense de Madrid

ÍNDICE

- Propagación sub y superlumínica de la luz.
- CPO: Física, aproximación adiabática, experimentos en EDFs.
- Resultados experimentales.
- Conclusiones

PROPAGACIÓN SUB Y SUPERLUMÍNICA DE LA LUZ

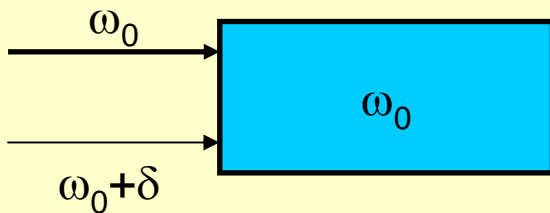
- Velocidades de grupo (v_g) \gg ó \ll c
 - Agua ($n = 1,33 \rightarrow$ reducción del 25 %)
 - L. Hau *et al*, “light speed reduction to 17 meters per second in an ultracold atomic gas”. (Nature **397**, 1999)
 - Bigelow *et al*, “Observation of Ultraslow Light Propagation in a Ruby Crystal at Room Temperature”. (PRL **90**, 2003) $\rightarrow 57.5 \text{ m s}^{-1}$ a T ambiente.

- Medios dispersivos:

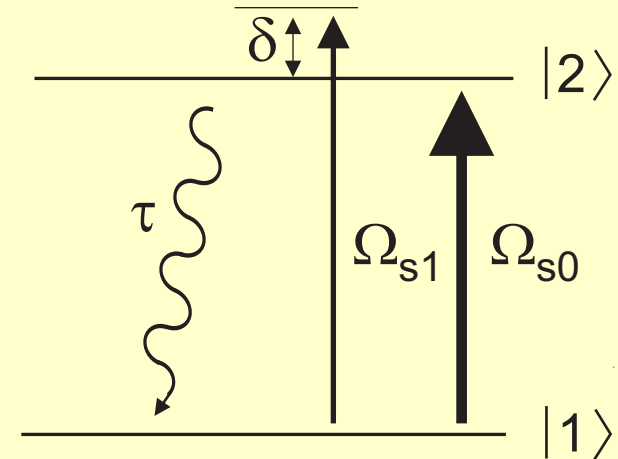
$$v_g = \frac{c}{n + \frac{\partial n}{\partial \omega}}$$

- Velocidades superlumínicas.

LUZ LENTA Y LUZ RÁPIDA BASADA EN OSCILACIONES COHERENTES DE LA POBLACIÓN

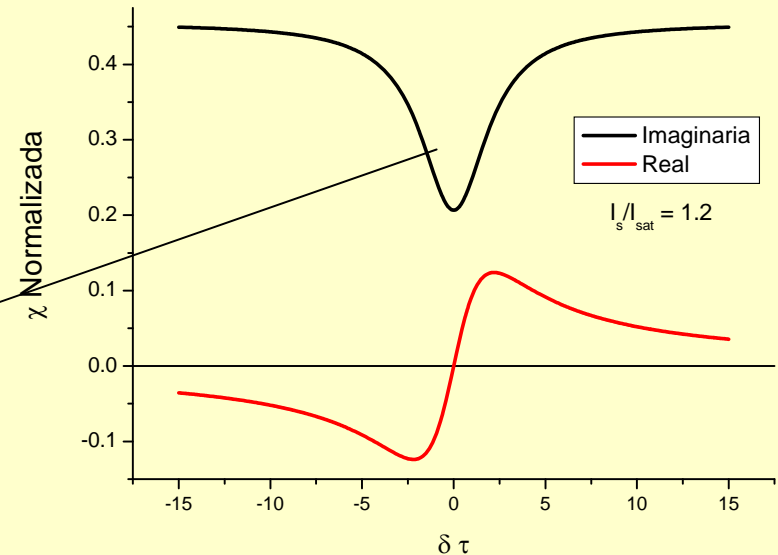


$$\Omega = \frac{\mu \cdot E}{2\eta}$$

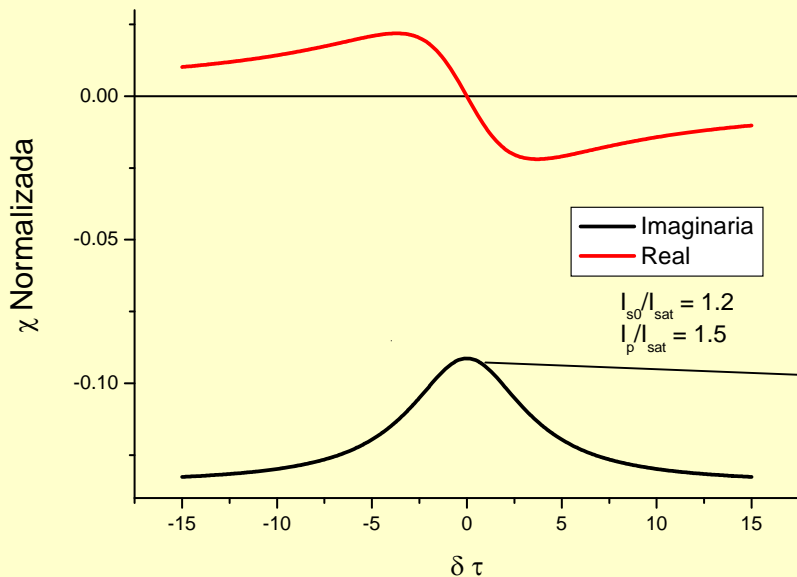
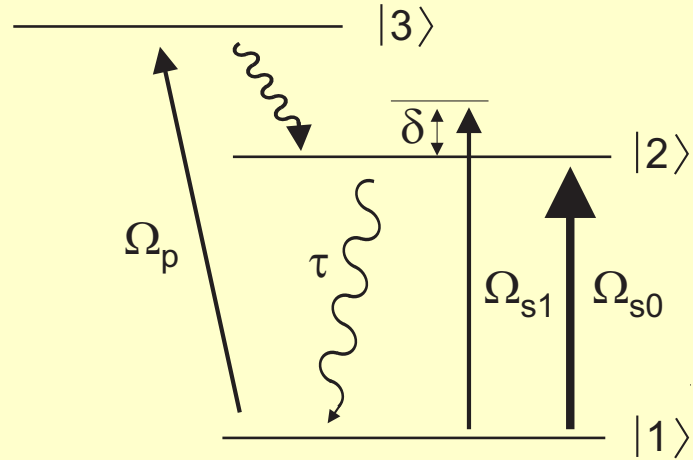
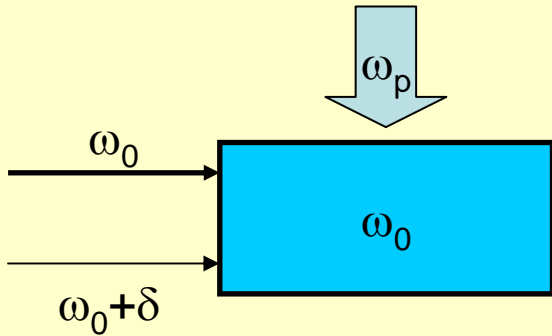


-Oscilación de la población $|1\rangle \rightarrow |2\rangle$ a la frecuencia del batido δ .

-Hueco espectral en la absorción de anchura $\sim 1/\tau$.

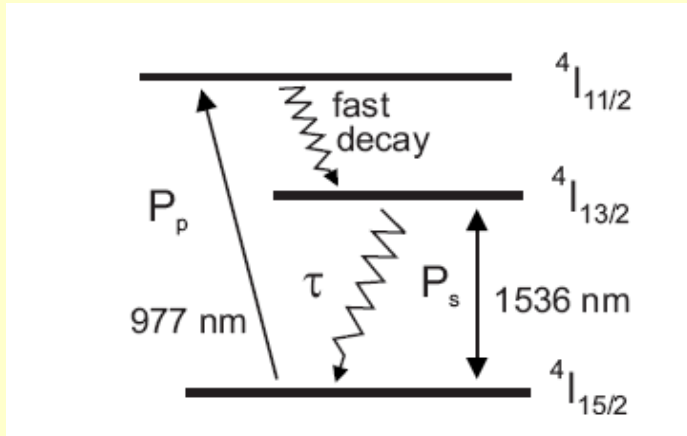


LUZ LENTA Y LUZ RÁPIDA BASADA EN OSCILACIONES COHERENTES DE LA POBLACIÓN



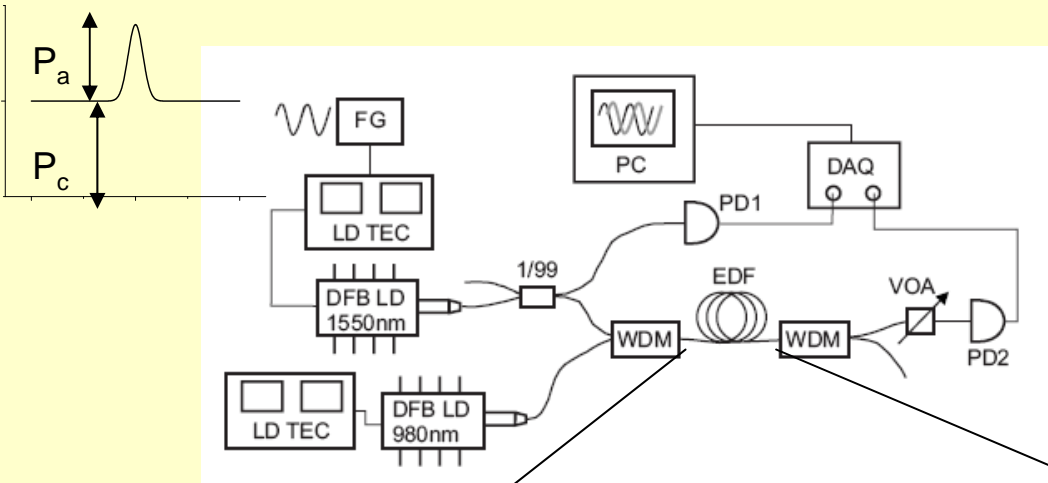
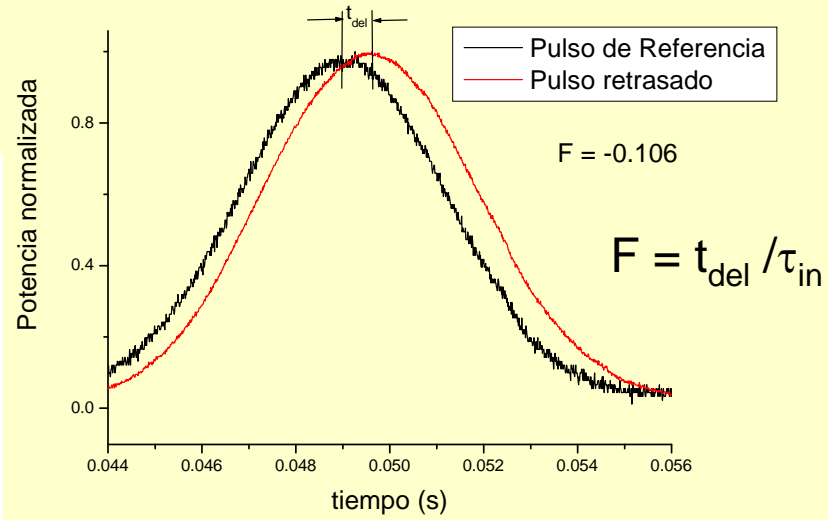
→ Luz rápida en los picos de ganancia

CPO EN FIBRAS DOPADAS CON ERBIO



- Fibras dopadas con Er: Ventajas de las fibras.

- $\tau \approx 10$ ms \rightarrow Podremos frenar señales con un ancho de banda de \sim kHz



$$P_s(0,t) = P_c(0) + \int P_a(\Omega) e^{-i\Omega t} d\Omega$$

$$P_s(L,t) = P_c(L) + \int P_a(\Omega) e^{-i\Omega t} e^{i\varphi(\Omega)} d\Omega$$

Fase dep. de Ω

CPO: análisis adiabático

Ecuación de balance

$$\frac{\partial n_2}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \left(\frac{P_s}{2} + P_p \right) - \frac{1}{\tau} (1 + P_s + P_p) n_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial P_s}{\partial z} = -\alpha_s P_s + 2\alpha_s n_2 P_s \\ \frac{\partial P_p}{\partial z} = -\alpha_p P_p + \alpha_p n_2 P_p \end{array} \right.$$

$$P_s(t) = P_c + P_a(t) = P_c + \int \tilde{P}_a(\delta) e^{-i\delta t} d\delta \longrightarrow n_2(t) = n_c + n_a(t) = n_c + \int \tilde{n}_a(\delta) e^{-i\delta t} d\delta$$

$$n_c = \frac{P_c/2 + P_p}{\omega_c}; \tilde{n}_a = \frac{\tilde{P}_a/2 - n_c \tilde{P}_a}{\omega_c - i\delta t}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial z} = \alpha_s \left[\frac{P_c - 2n_c P_c}{\omega_c^2 + (\delta\tau)^2} \right] \delta\tau \longrightarrow \propto \rho \cdot L$$

RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Efecto de la longitud y el dopaje de las fibras.

Sonia Melle, Oscar G. Calderón, F. Carreño, E. Cabrera, M.A. Antón, and S. Jarabo

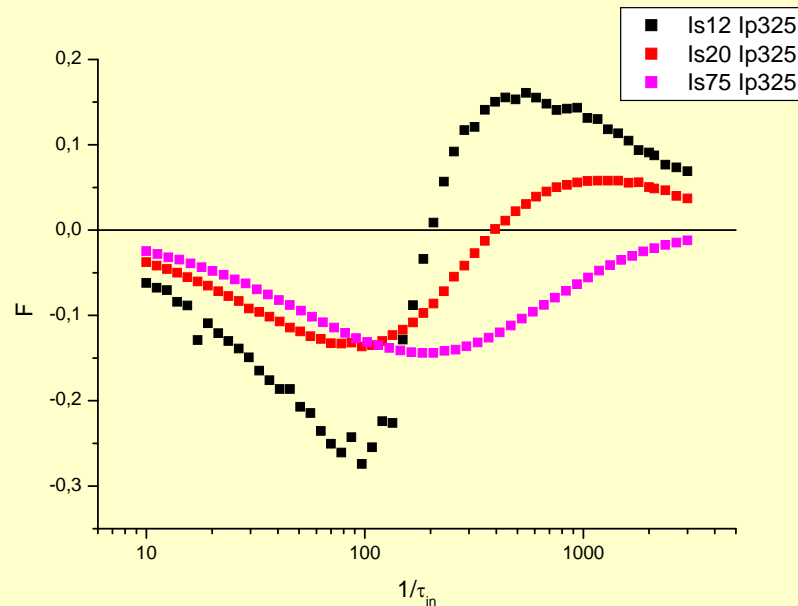
Effect of ion concentration on slow light propagation in highly doped erbium fibers, **Opt. Commun.** **279**, 53-63 (2007)

Oscar G. Calderón, Sonia Melle, M.A. Antón, F. Carreño, Francisco Arrieta-Yañez, and E. Cabrera-Granado

Propagation-induced transition from slow to fast light in highly doped erbium fibers **Phys. Rev. A** **78**, 053812 (2008)

- Dependencia del delay con el ancho de los pulsos

$L = 1\text{ m}; \rho = 8.7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$



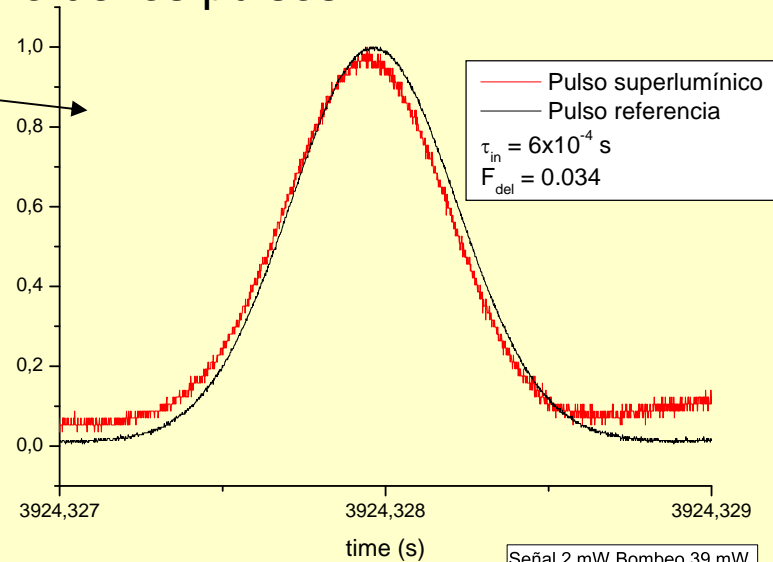
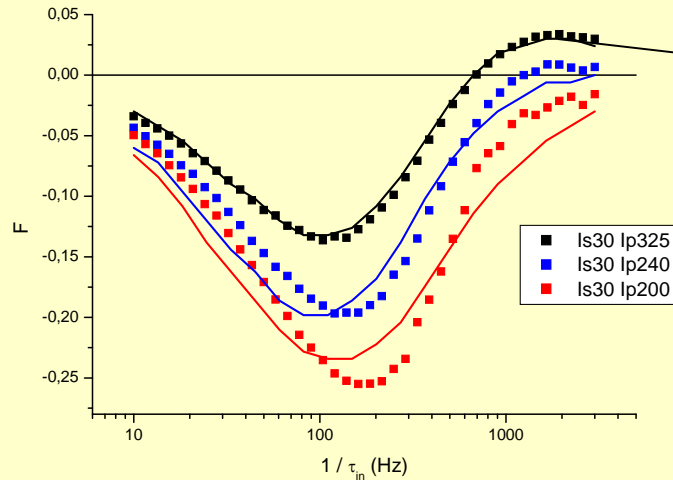
$\rho = 6.3 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$

$\rho = 8.7 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$

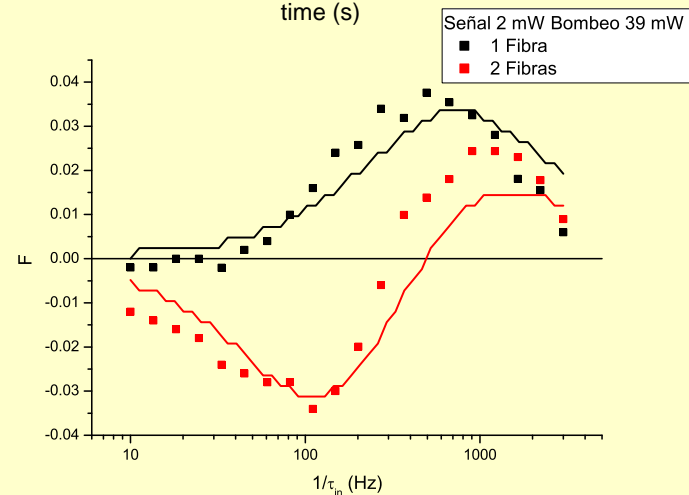
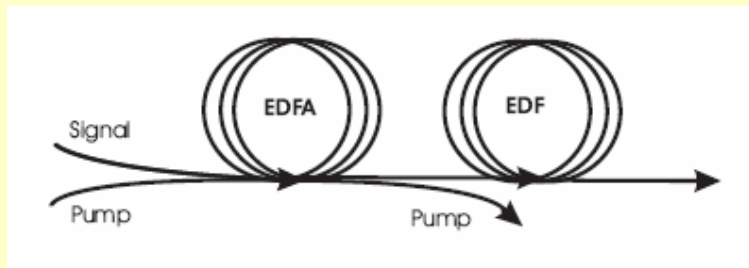
A. Schweinsberg *et al*, $\rho = 1.78 \cdot 10^{24}$ $F = 1.2$, $\tau_{in} = 3.2 \text{ ms}$

RESULTADOS EXPERIMENTALES

- Dependencia del delay con el ancho de los pulsos



“sistemas cascada”



CONCLUSIONES

- Obtención de delays / adelantos de 0.3 anchuras de pulso.
- Velocidad de propagación controlable.
- Régimen de propagación controlable.
- Ancho de banda en EDF limitado.
- Explorar parámetros de control de la v_g y utilizar en sistemas más rápidos (semiconductores).

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!
GRAZAS POLA SÚA ATENCIÓN!

