

Laser, Guies Optiques i Solitons: el Dream Team

Lluís Torner.

Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

Imagineu-vos un emissor altament estable i coherent, d'una freqüència tan alta com 10^{15} Hz, capaç d'emetre polsos ultraestrets que es propaguessin confinats per estructures guiants amb pèrdues negligibles, de manera que després d'un viatge de 10000 quilòmetres, la seva forma en el domini del temps i el seu espectre fossin pràcticament els mateixos que a la sortida. Imagineu-vos que el processament d'aquests polsos es realitzés en estructures monolítiques, a partir de les propietats dels mateixos polsos i de la interacció mútua entre ells, de manera que els temps típics d'operació fossin inferiors a 10^{12} s. Aquest és el *dream*.

Per fer el *team* s'hauria de reunir: un laser convenient (un *mode-locked color center laser*), uns quants quilòmetres d'una bona fibra òptica monomode, alguns filtres, moduladors, fotomultiplicadors, lents, prismes, polaritzadors i trasteria variada d'aquesta, unes guies òptiques d'AlGaAs/GaAs, i molt enginy per emetre, transmetre i processar solitons òptics.

Els solitons òptics són polsos ultraestables de llum que revolucionaran les comunicacions per fibra òptica i potser també els sistemes de processament òptic del senyal. Els solitons òptics poden ser brillants o obscurs, i n'hi ha de dos tipus: solitons espacials i temporals.

Els solitons temporals es produeixen com a conseqüència dels efectes contrarrestats de la dispersió cromàtica i de l'auto-modulació de fase. La dispersió (la velocitat de propagació depèn de la freqüència) produeix l'aixamplament temporal del pols, però no modifica la seva densitat

espectral. L'auto-modulació de fase és un efecte no lineal (la velocitat de propagació depèn de la intensitat del senyal) que no modifica la forma del pols en el domini del temps, però produeix l'aixamplament del seu espectre. En condicions adients, el resultat combinat d'ambdós efectes produeix polsos ultraestables, que es propaguen mantenint invariables l'espectre i la forma. Els solitons òptics temporals es van observar per primera vegada a una fibra òptica el 1980, als laboratoris de la AT&T, a Holmdel, USA.

Els solitons espacials es produeixen a partir de l'efecte combinat de la difracció i de l'auto-focalitzat. La difracció juga amb les freqüències espacials el mateix paper que la dispersió amb les temporals, i produeix l'aixamplament espacial del pols. L'auto-focalitzat, tal com el seu nom suggereix, produeix l'estretament espacial del pols. La primera observació dels solitons òptics espacials a guies òptiques d'estat sòlid es va produir el 1990, als laboratoris Bell Communications Research, Red Bank, USA.

En el futur proper, els Sistemes de Comunicacions per fibra òptica basats en solitons òptics permetran la transmissió de la informació a velocitats properes al Terabit per segon (10^{12} b/s). Aquest cabal d'informació cau fora dels límits dels sistemes electrònics, per la qual cosa cal desenvolupar processadors digitals del senyal totalment òptics, capaços d'operar a velocitats ultrarràpides. En aquest contexte, «ultrarràpid» significa «amb velocitat d'operació més gran que 50 Gbit/s». La velocitat dels sistemes electrònics està limitada (per un valor estimat que estaria al voltant

dels 35 GHz) per consideracions fonamentals, associades al temps de recombinació dels electrons. Els dispositius «totalment òptics» es basen en interaccions llum-llum⁽¹⁾ i, per tant, pràcticament no estan limitats per cap temps de recombinació. La tecnologia actual permet implementar diversos dispositius de commutació totalment òptica, que han estat demostrats en diferents configuracions i arquitectures. El primer commutador totalment òptic en configuració integrada operant a la finestra de 1.3-1.5 μ m es va fabricar el 1990 a partir d'una estructura AlGaAs/GaAs, a la Universitat de Glasgow, UK, i a la Universitat de Florida Central, Orlando, USA.

Amb tot i això, el desenvolupament dels dispositius i sistemes totalment òptics es troba encara a les beceroles. La investigació en el camp comprèn tots els terrenys, des dels aspectes més bàsics relacionats amb la tecnologia involucrada, fins al disseny de l'arquitectura dels sistemes.

-Ecolta, ben mirat, vols dir que amb aquest tinglado farem prou diners com per fer-nos unes casetes a Chamonix i plegar de treballar ?

-Fa de mal dir, però, de moment, què me'n diries d'un generador de polsos de 5×10^{15} s d'amplada ?

-Psss.

-Pues eso.

⁽¹⁾ Per això a aquesta àrea de treball se l'anomena *Fotònica* (tecnologia dels fotons), en contraposició a l'*Electrònica*, que és la dels electrons.