

## Resumo

Existe uma analogia interessante entre o fenómeno da difracção espacial de Fresnel e o fenómeno da dispersão temporal. Esta analogia espaço-tempo permite deduzir expressões para a distância focal de uma lente temporal, vista como o dual de uma lente espacial. Uma lente temporal corresponde simplesmente a uma modulação de fase quadrática no tempo, aproximada por uma porção de uma modulação de fase sinusoidal. Usando moduladores de fase quadrática como lentes temporais e pares de redes de difracção ou fibras ópticas como elementos dispersivos, sistemas de formação de imagens temporais (perfeitamente análogos aos sistemas de formação de imagens espaciais) podem ser implementados permitindo a expansão ou compressão, sem distorção, de formas de onda ópticas.

Descreve-se, nesta tese, uma técnica de compressão de impulsos ópticos baseada no uso de moduladores de fase electroópticos, para produzir um sweep linear de frequências, ou seja uma modulação chirp. Ao contrário das técnicas passivas de chirp, tal como Self-phase Modulation, este método activo de compressão de impulsos não depende da potência óptica, sendo aplicável a lasers de estado sólido de baixa potência.

Os princípios da formação de imagens temporais são desenvolvidos: os conceitos de condição de formação de imagem, factor de ampliação e resposta impulsional de um sistema de formação de imagens temporais são deduzidos no domínio temporal.

A dualidade espaço-tempo é estendida ao estudo do desempenho de processadores ópticos temporais ultra rápidos. Propõe-se um sistema análogo à configuração espacial  $4f$  para a filtragem óptica de impulsos, sugerindo várias aplicações tais como convolução ou correlação de sinais temporais. Os aspectos de implementação e alguns exemplos são apresentados, e discute-se a possibilidade de gerar impulsos ópticos ultra curtos.

## Abstract

There is an interesting analogy between the spatial problem of Fresnel diffraction and the temporal problem of dispersion. This space-time analogy is extended to derive expressions for the focal length of a time lens as a dual of a spatial lens. The time lens is simply a quadratic optical phase modulator in time, which is approximated by a portion of a sinusoidal phase modulator. Using quadratic phase modulators as (time) lenses and grating pairs or optical fibres as dispersive elements, complete temporal imaging systems can be constructed in exact duality with spatial imaging systems, allowing for the distortionless expansion or compression of optical waveforms in time.

We describe a pulse compression technique that uses electro-optic phase modulator to linearly chirp optical pulses. In contrast to passive chirp techniques such as self-phase modulation, this approach of

active pulse compression does not depend on the optical power and thus promise for applications to low-power solid state lasers as an alternative to mode locking for realising picosecond sources.

The principles of temporal imaging are developed and time-domain analogs for the imaging condition, magnification ratio and impulse response of a temporal imaging system are derived.

The analysis leads to the conclusion that ultra fast optical temporal processors can be implemented. The space-time duality is extended to optical pulse filtering: an analog set-up in the  $4f$  spatial-filter configuration is proposed and several applications such as the temporal signal convolver or correlator are suggested. The implementation aspects and examples of this approach are discussed, as well as the possibility of generating optical pulses in the picosecond range.