

Introdução

Uma frente de onda de um laser é naturalmente bem definida, por exemplo, uma onda plana ou esférica, assim como a sua distribuição transversal de intensidade, perfil gaussiano de intensidade de um laser. Podemos então através de métodos refrativos alterar essa frente de onda e criar padrões variando a fase e, opcionalmente, a intensidade nos pontos desejados da frente de onda.

Procedimento experimental

O feixe de um apontador laser (*laser pointer*) comercial de estado sólido de GaN, violeta ($\lambda = 405 \text{ nm}$) é expandido através de um telescópio para dimensões de cintura $\sim 1,0 \text{ cm}$. Esse feixe incide sobre uma máscara de fase, i.e, um pequeno Display de Cristal Líquido (LCD) com uma resolução de 1280×720 pixels, controlada pelo computador através de uma entrada DVI para produzir imagens em uma saída de vídeo.

Essas imagens controlam a fase numa escala de 8-bits, através da reprodução de padrões de cinza com níveis entre 0-255, correspondente a uma variação um pouco maior que π na fase.

A nova frente de onda difratada pela máscara de fase propaga pelo espaço até uma lente. Próximo à região focal o padrão ali formado é registrado por uma câmera CMOS controlada pelo mesmo computador e é comparado à simulação de propagação de um sistema similar.

O sistema é calibrado através de uma figura padrão que permite avaliar a variação angular progressiva da fase e saltos radiais e compará-la ao valor programado.

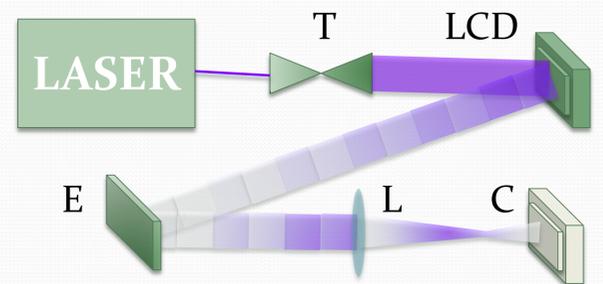
Padrões de primos - espiral de Ulam

A espiral de primos, é o método desenvolvido pelo matemático Stanislaw Ulam para visualização da organização espacial de números primos. Ela revela a tendência desses números agregarem-se nas diagonais do grafo. A aparente aleatoriedade da geração de primos pode ser testada pelos padrões de difração gerados em perfis de fase baseados na espiral de Ulam.

A ideia é aplicar aos pixels do LCD uma fase de π na posição de cada primo (ou *pseudo-primo* gerado pela regra $6n+/-1$) e zero no restante. A seguir, analisar a propagação.

Objetivo

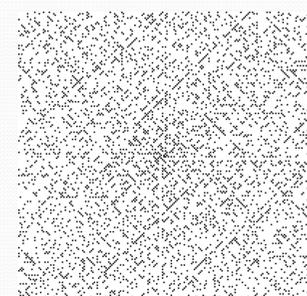
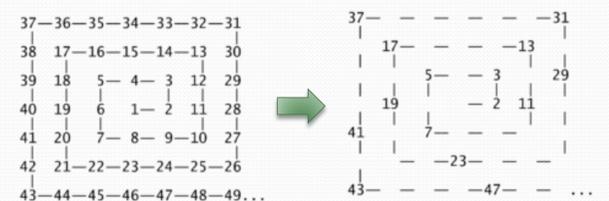
Observar variações da fase na frente de onda através de uma máscara de fase, um Display de Cristal Líquido (LCD) que tem por finalidade atrasar a fase de uma frente de onda em relação a outra em um intervalo de 0 a π alterando a orientação do campo eletromagnético em cada pixel do LCD.



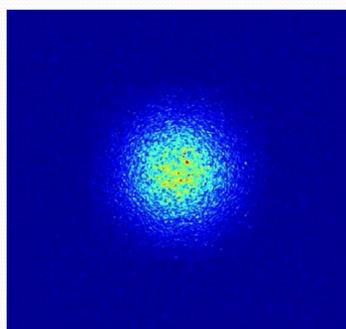
Montagem experimental:
Laser, telescópio (T), máscara de fase (LCD), espelho (E), lente (L) e câmera (C).



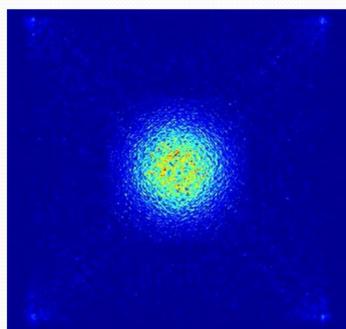
Figura padrão (imagem de teste)



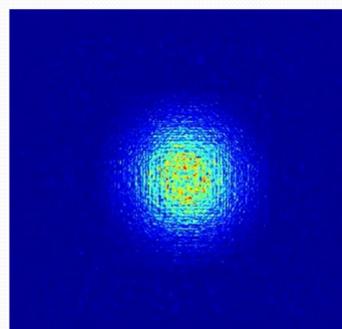
Perfil de intensidade na região do foco da lente



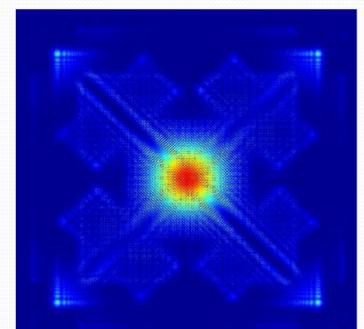
A) Sorteio de fases zero ou π entre todos os pixels da LCD (definido como intervalo).



B) Espiral de Ulam centrada na LCD para os N primeiros números primos no intervalo.



C) Espiral para mesmo número N em B, porém sorteados aleatoriamente entre números gerados por $6n+/-1$.



D) Perfil gerado por $6n+/-1$ (todos os pseudo-primos no intervalo)