

Imagem por dupla difração com elementos espiralados**Relatório Final para a disciplina F590, 1º semestre de 2013**

Aluno: Marco Antonio Dias Jr,
Orientador Prof. José Joaquín Lunazzi,

Construímos uma caixa com a formação de uma figura branca utilizando metade de um DVD e de um CD, ficou em aberto a questão da dupla difração por redes espiraladas. Entretanto, o já havia sido estudado, por parte deste laboratório de óptica, imagens pancromáticas por dupla difração. Segundo a principal referência desta iniciação científica, Lunazzi, analisamos um sistema de dois elementos difrativos sem elementos intermediários que forma uma imagem de luz branca que é pancromática, porque oferece as cores originais[1][3].

Objetivo

Compreender como ocorre a difração através do estudo das teorias de propagação da luz, através de fendas, sejam elas fendas simples, duplas ou múltiplas. O estudo do princípio de Huygens-Fresnel e tomando as aproximações de Fresnel e aproximação de Fraunhofer podemos resolver problemas que envolvem óptica de Fourier.

Mas partindo de aproximações para o uso do princípio de holografia para resolver difração sem aproximações e do cálculo da difração por uma rede utilizando as diferenças de caminho das ondas secundárias[3]. Também estudo os casos da propagação de ondas planas, esféricas e uma possível aproximação parabólica.

Alguns aspectos da formação de imagens brancas por dupla difração

Os primeiros estudos feitos com formações de imagens utilizando elementos difrativos que apresentem uma imagem perfeitamente simétrica e de profundidade invertida (imagem pseudoscópica).

Os primeiros estudos de formação de imagem utilizando elementos difrativos e uma fenda foram realizados no laboratório de óptica da UNICAMP [3]. Este sistema de dupla difração intermediada por uma fenda que foi construído faz com que raios duplamente difratados formem uma imagem perfeitamente simétrica e de profundidade invertida (imagem pseudoscópica) [3-5]. O estudo de imagens por meio de luz branca usando dois elementos difrativos bidimensionais intermediado por um orifício, que gerou imagens de profundidade invertida que são convergentes, foi realizado neste laboratório [6-7].

Os resultados de uma dupla difração intermediária foram derivados da situação de simetria do sistema, o resultado de aumentar a abertura do elemento intermediário faz com que se perda a simetria e a extensão do ponto de imagem gerando uma aberração.

Não existia até então nenhuma imagem de luz branca formada exclusivamente por difração e existia um trabalho que sugeria a impossibilidade de se obter este tipo de imagem[1][8].

As dificuldades que se apresentam são trabalhar com a difração a grandes ângulos onde ao se aplicar à difração de Fresnel não se obtinha uma aproximação suficiente, e onde as integrais da teoria escalar de difração sem a aproximação resultam de difícil solução.

Para isto recorreremos a algumas abordagens tradicionais e ao traçado de raios principais, que em difração são os que desprezam a curvatura dos sulcos difrativos em uma pequena região.

Posteriormente sendo encontradas as soluções de imagens por cálculo numérico constituindo um traçado de raios.

Difração pelo registro da interferência de ondas Objeto e Referência

Podemos limitar nossa atuação em uma só fonte pontual do objeto

Assumindo

- Os hologramas tem uma transmitância de amplitude proporcional às intensidades do padrão de interferência
- Os Hologramas se comportam como uma rede de difração

A onda de luz objeto e onda de luz referência podem chegar a qualquer ponto do elemento difrativo a ser representado por uma diferença de fase.

Sabendo que um holograma tem uma intensidade gravada no plano do elemento difrativo é $I = A_o^2 + A_r^2 + R O^* + R^* O$

Sendo O e R;

A difração por um perfil do tipo cosseno (ou seno, na verdade são quadrados), por exemplo, pode ser interpretada como a difração por duas ondas planas que o teriam gerado e aplicando o princípio holográfico sabemos então que ao iluminar com uma dessas ondas supostas teremos como resultado a outra. Isto não envolver aproximações de ângulo pequeno.

Uso do princípio da holografia para resolver difração sem aproximações

Figura 1 mostra como funciona o princípio de holografia para o caso de duas ondas planas que incidem em um filme sensível à luz de incidência. Isto basicamente pode ser visto na gravação e reconstrução de um elemento difrativo, em nosso caso o elemento difrator é uma rede de difração.

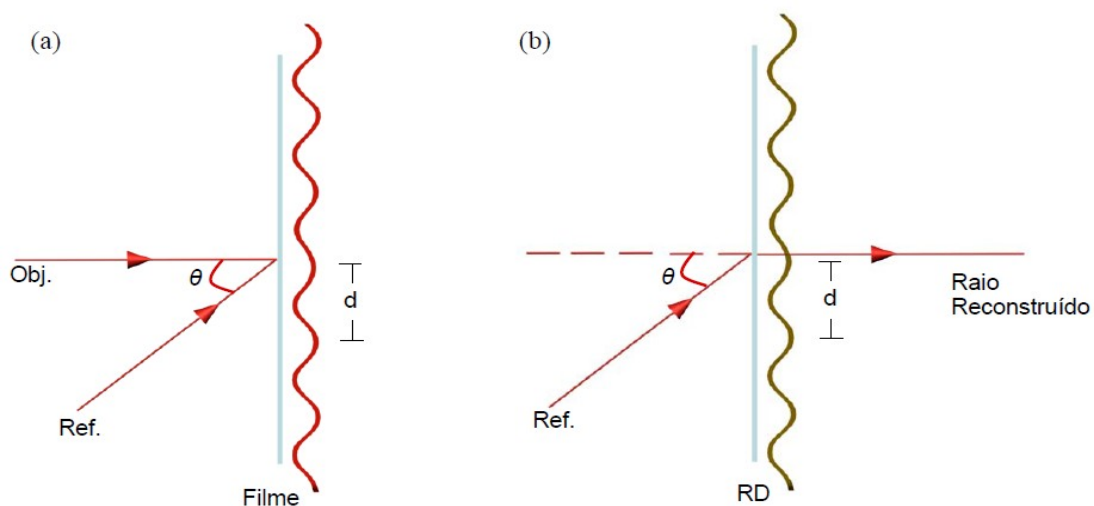


Figura 1.1 raios principais de uma onda e referência na Gravação numa rede de difração RD (a) e na reconstrução de uma rede (b)

Figura 1.2 mostramos como resolver a difração para um rede de período d : tendo o ângulo de incidência θ_i , procuramos o raio com o qual ele poderia gerar uma figura de interferência de espaçamento d . Ele vai indicar a direção do raio difratado.

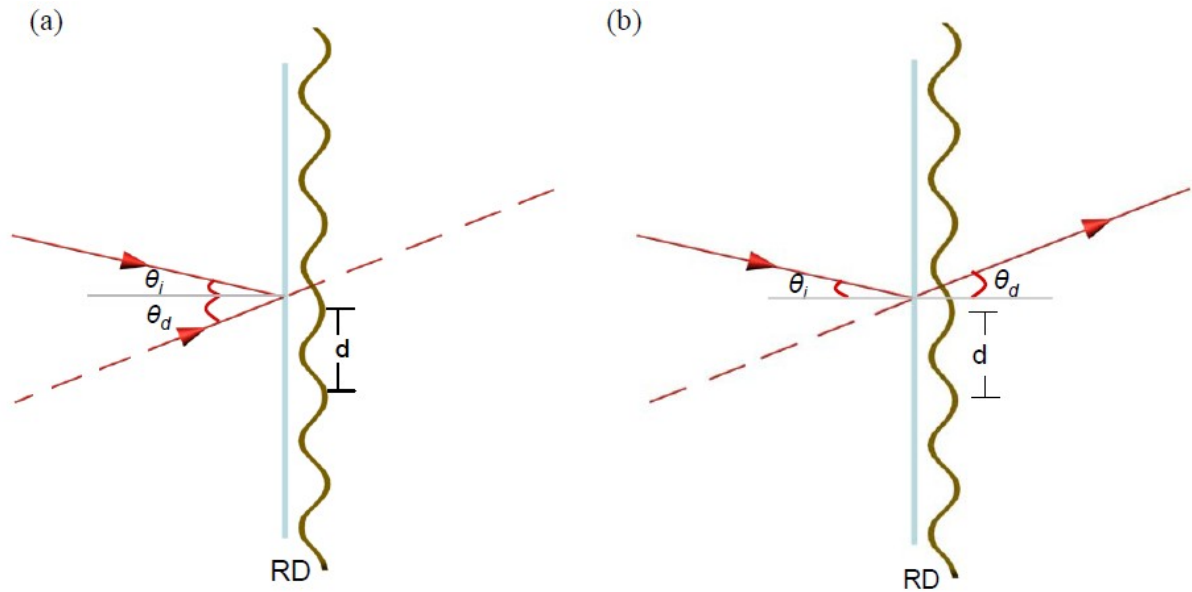


Fig. 1.5 Difração por uma rede usando o princípio de holografia para demonstrar a equação da rede. (b) Encontrando o raio difratado para um período d

Da figura 1.2 (a) e a equação de período de uma rede temos

$$d = \frac{\lambda}{\text{sen } \theta_i + \text{sen } \theta_d}$$

Ou seja que corresponde:

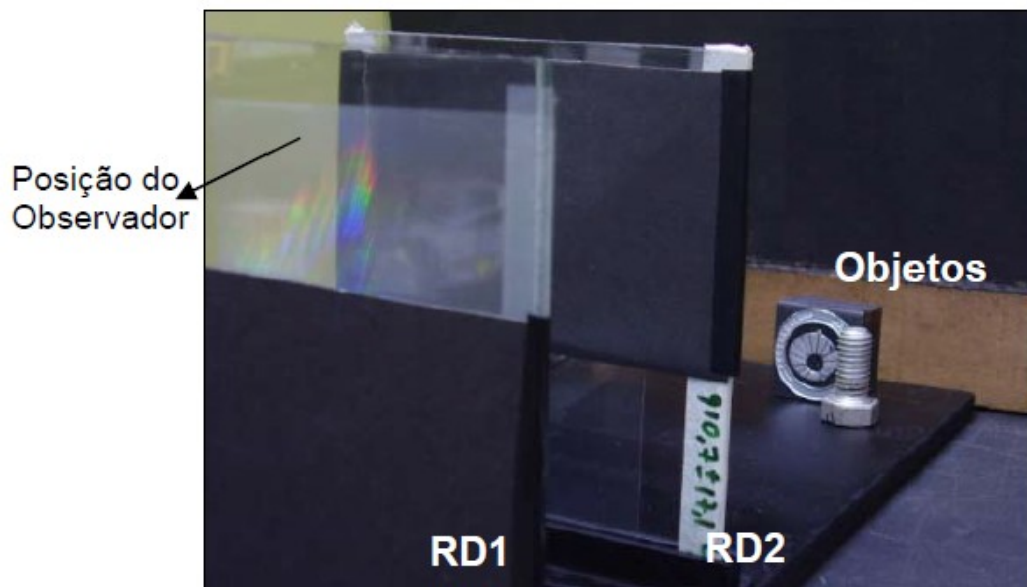
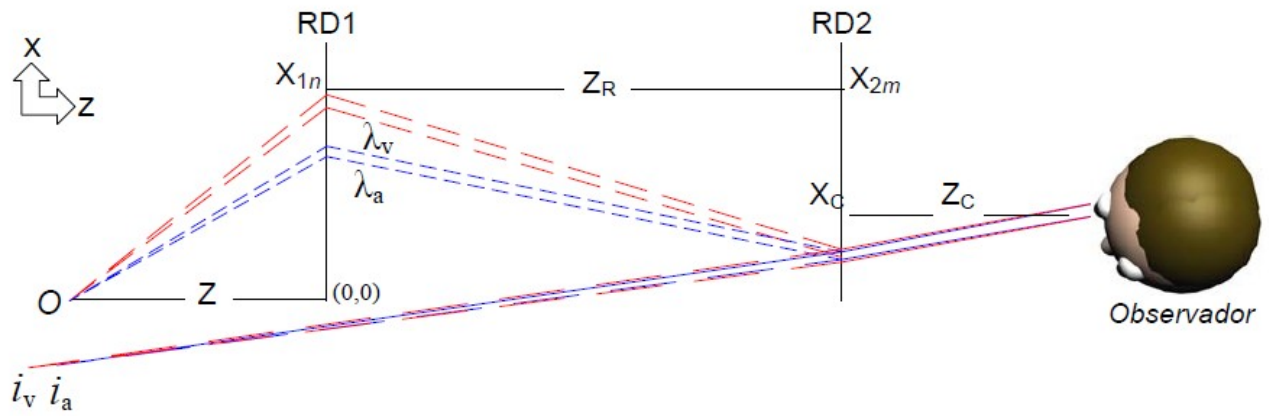
como na figura 1.4 (b). O que se constitui na equação da rede. Da Fig. 1.5 (a) e a equação de período de um rede temos:

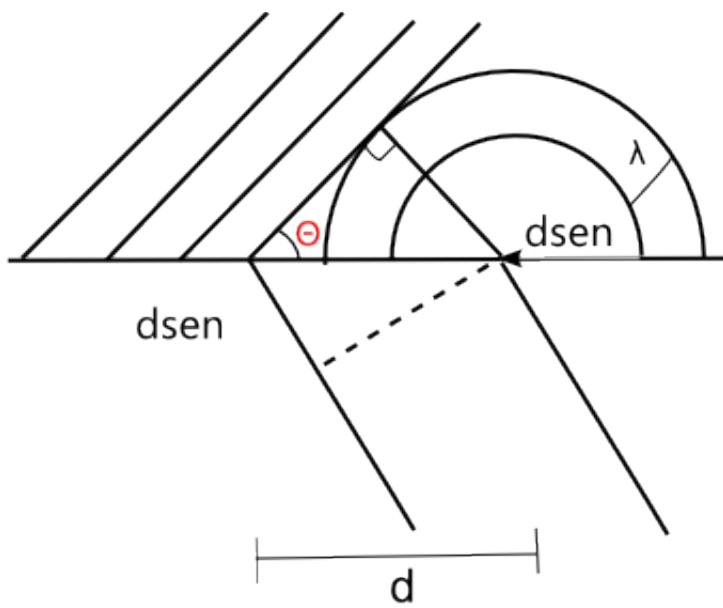
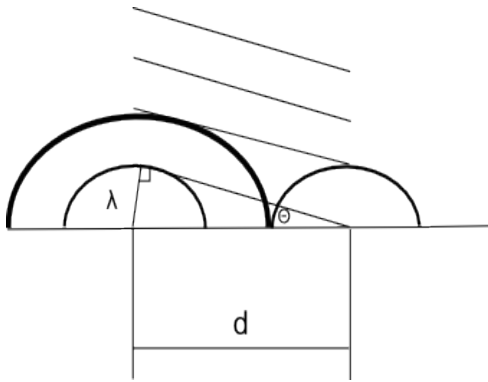
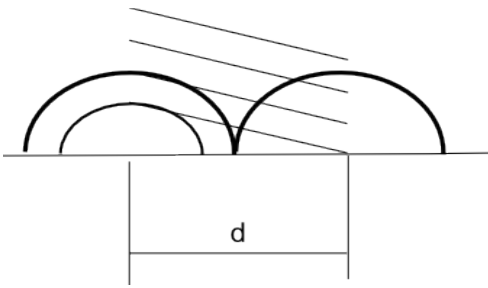
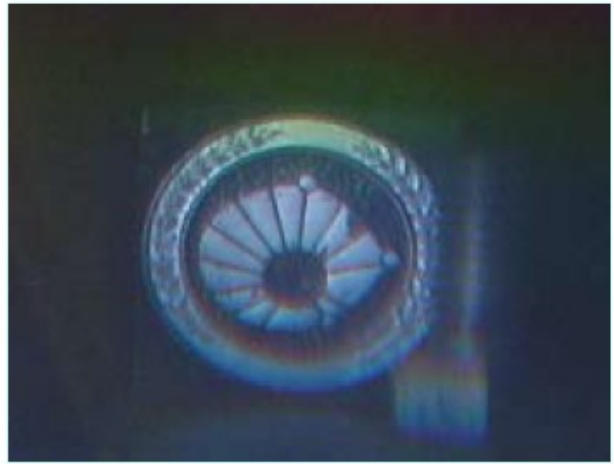
ou seja que corresponde:

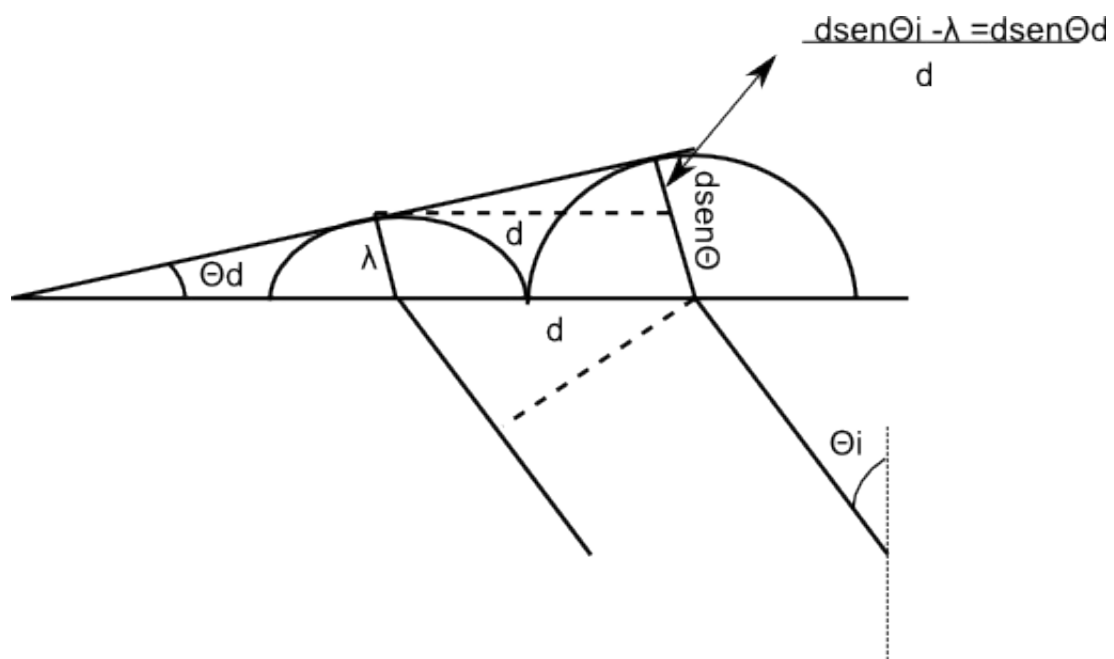
$$\text{sen } \theta_d = \frac{\lambda}{d} - \text{sen } \theta_i$$

como na Fig. 1.5 (b). O que se constitui na equação da rede.

Imagens em luz branca em um processo de Dupla Difração usando Redes Simples







[1] Imagem invertida com luz branca e duas metades de um CD:
http://www.ifi.unicamp.br/~lunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F609_2011_sem1/F609_2011_sem1/MarcoD-Lunazzi_P.pdf

[2] arXiv:physics/0512205 [pdf]

Double Diffraction White Light Imaging: First Results with Bidimensional Diffraction.

Jose J Lunazzi, Noemi I Rodriguez Rivera, Descreve a trajetória dos raios do experimento de imagem de dupla difração por luz branca com Cds.

[3] R618i Rodríguez Rivera, Noemí Inés Imagem por dupla difração com luz branca sem elementos intermediários / Noemí Inés Rodríguez Rivera.

-- Campinas, SP : [s.n.], 2007.

[4]

http://www.ifi.unicamp.br/vie/F809/F609_2011_sem1/MarcoD_Lunazzi_RF2.pdf

Imagem invertida com luz branca e duas metades de um CD: produção de uma quantidade de unidades de tamanho portátil

[5] White-light imaging analysis of bi-grating systems

Lingyu Wan and Hongliang Li, J. Opt. Soc. Am. A / Vol. 26, No. 11 / November 2009 p2336-2339