

holografia

Paulo Acioly Marques dos Santos

Laboratório de Óptica Não Linear
& Aplicada

perguntas

- Quais os dois princípios físicos fundamentais envolvidos na holografia?
- Afinal, de que consiste essencialmente um holograma?
- Descreva resumidamente como se obtém a imagem a partir do holograma.

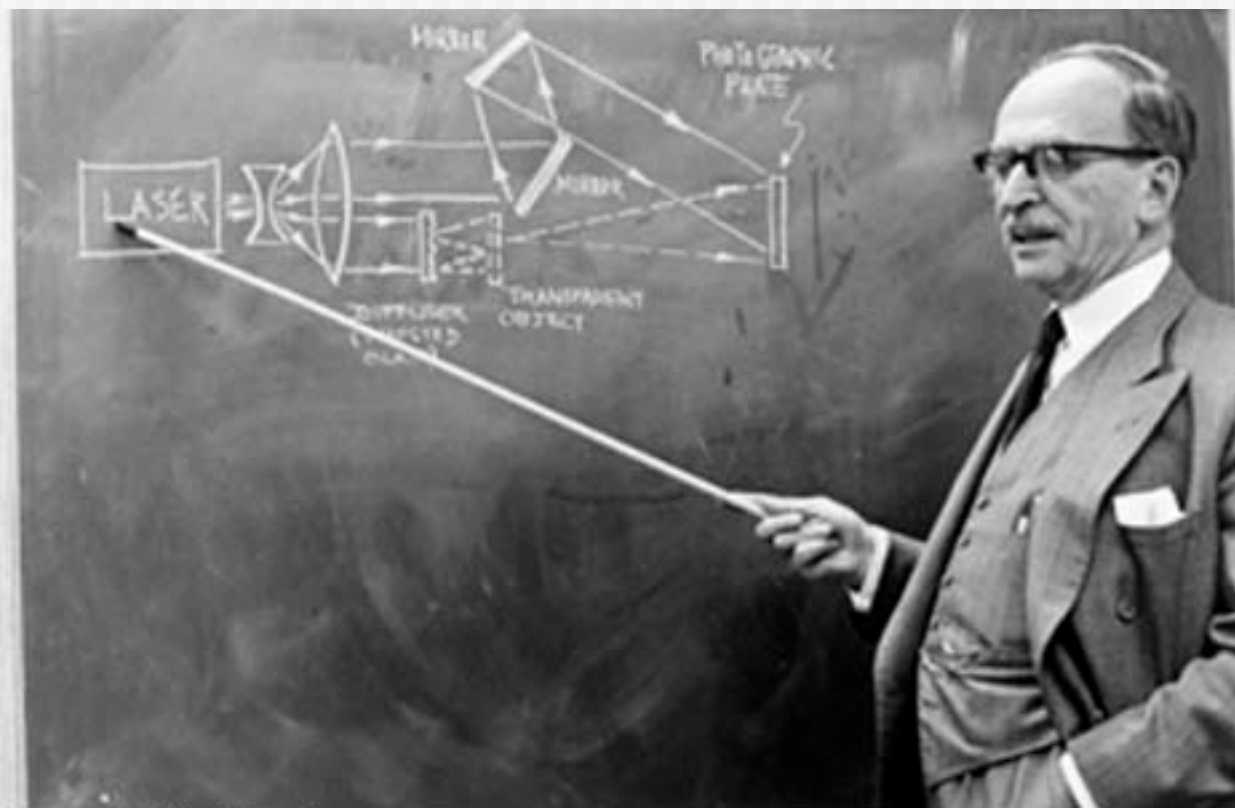
Dennis Gabor

Prêmio Nobel em Física **1971**

...for his three-dimensional lenless method of photography (holography)...

Holografia = grafia do todo
(holos = todo)

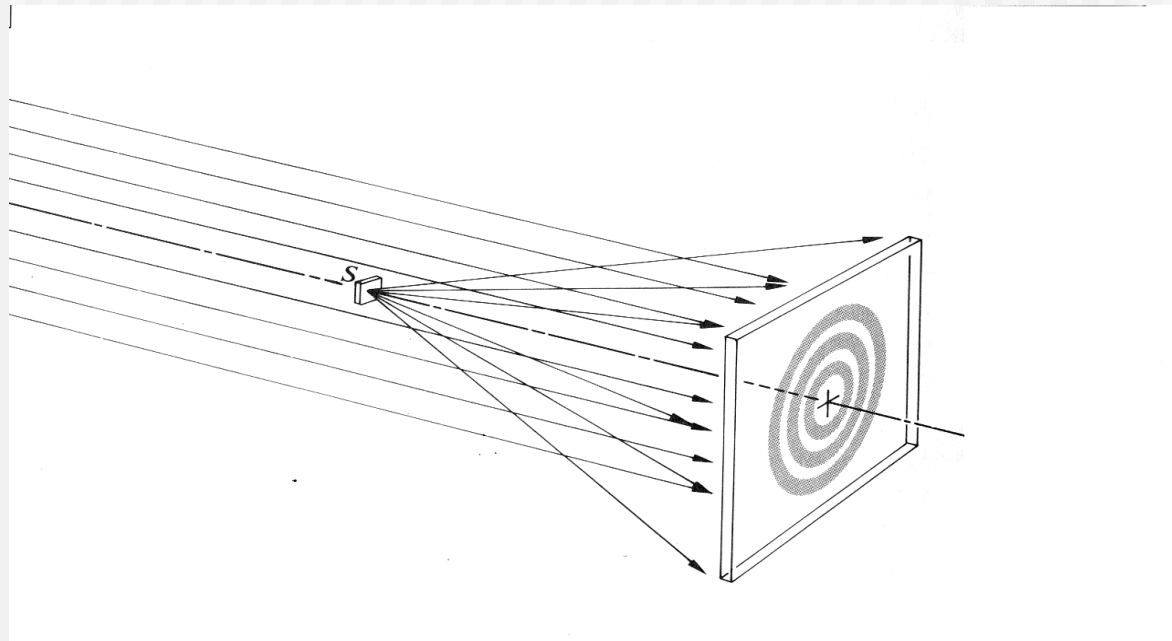
Dennis Gabor



Scanned at the American
Institute of Physics

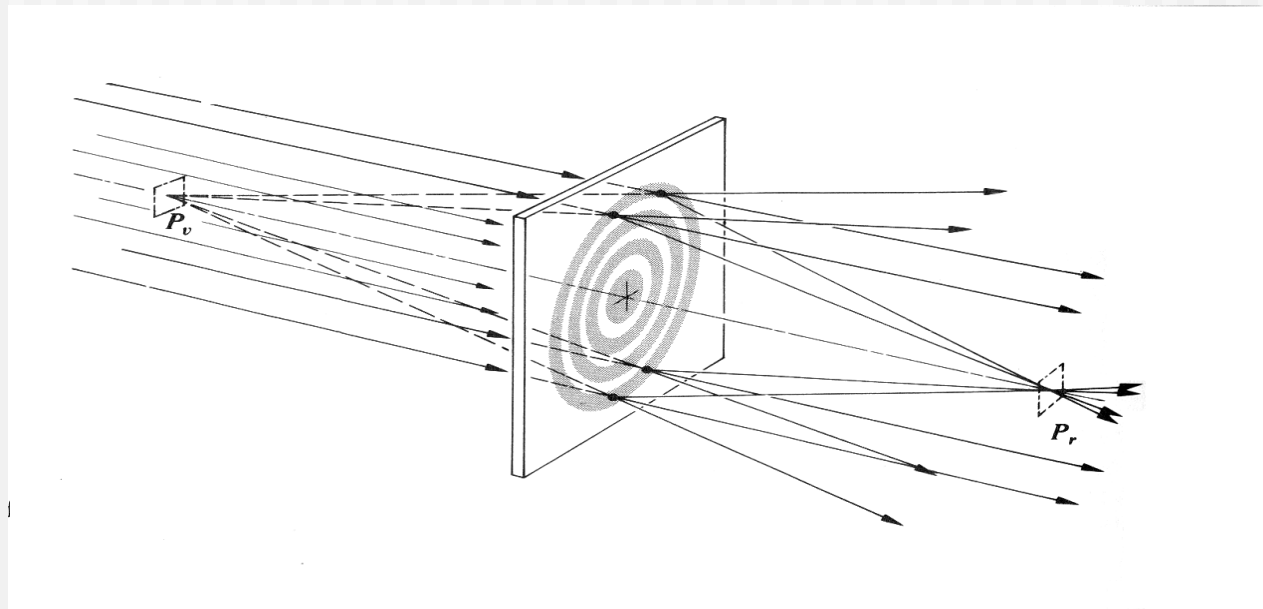
geração do holograma de Gabor

- gravação de um “ *holograma em linha*” (“ on axis ”)
Luz incide sobre um objeto e forma-se no anteparo um padra de Interferência entre o feixe que difrata no pequeno objeto e o feixe que passa sem desvio.



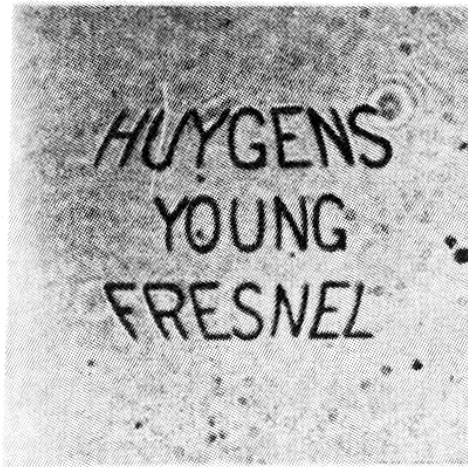
leitura do holograma de Gabor

- Iluminação da placa por uma onda plana de leitura - retira-se o pequeno objeto e ilumina-se a placa de filme onde foi gravado o padrão de interferência, então a placa irá difratar como se fosse o objeto, e o observador vê sua imagem com a sensação de tridimensionalidade

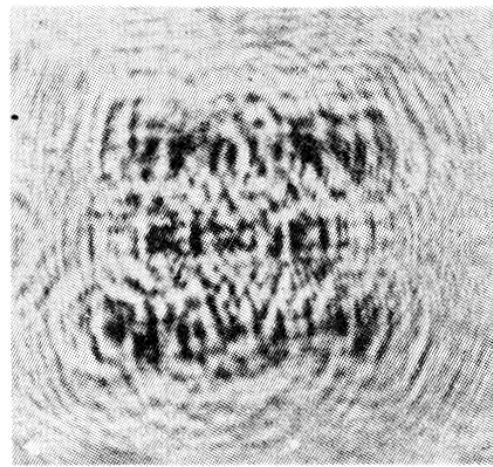


resultado de um holograma

(D.Gabor, *Research* 4,107(1951)



objeto



holograma

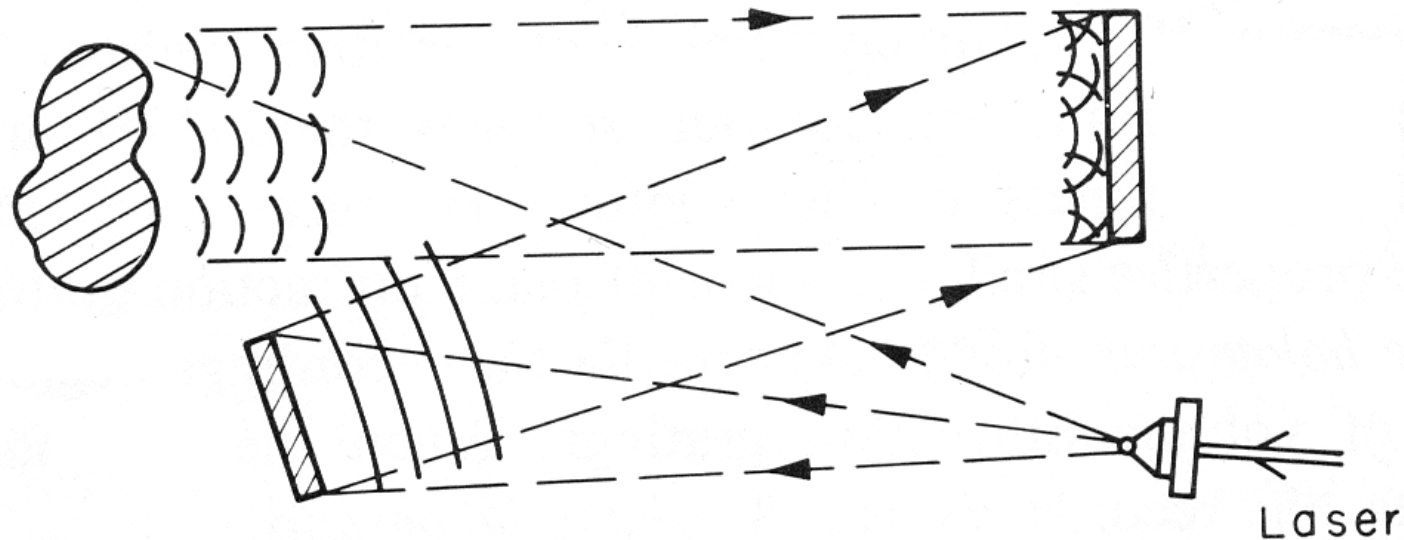


imagem

holograma fora de linha

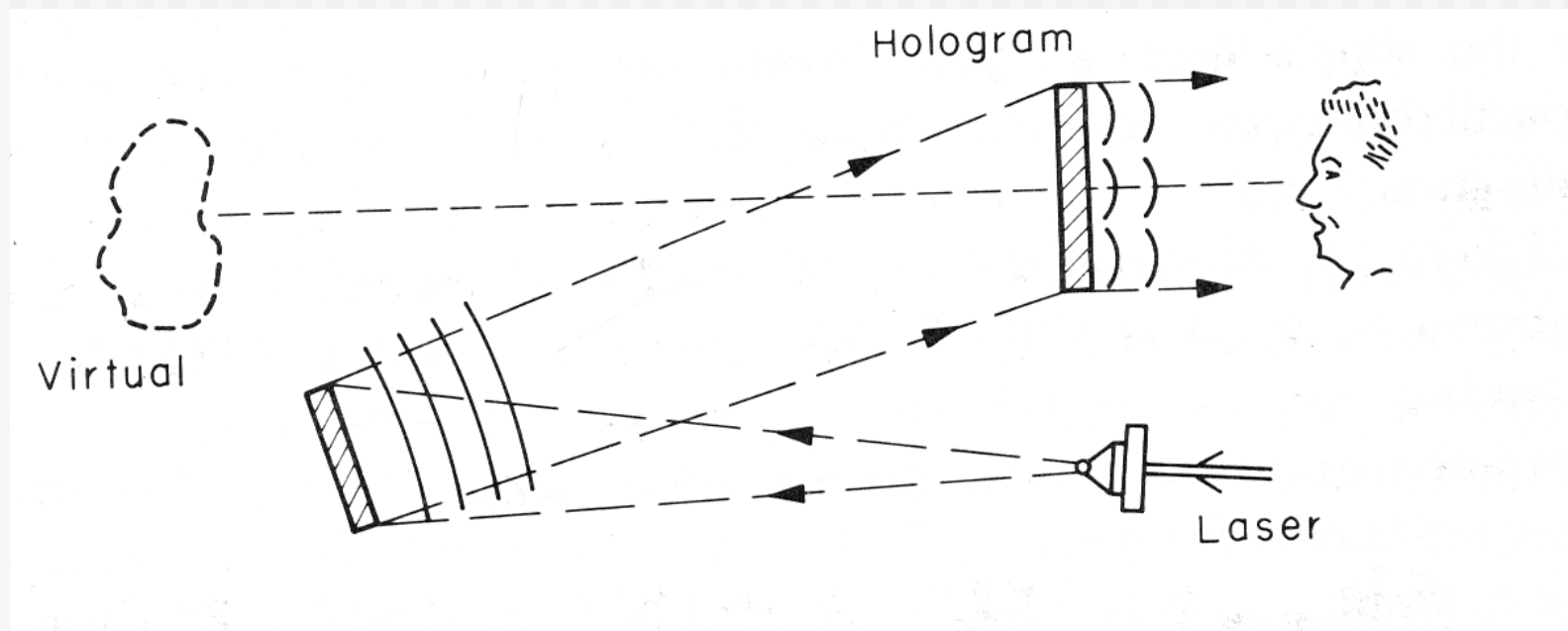
(*off-axis hologram*)

- E.N.Leith and J.Upatnieks, (*J.Opt.Soc.Am.*52,1377(1963))
 - Com o uso de laser propuseram um esquema de holografia que é o mesmo utilizado para obtenção dos hologramas observados no laboratório. O processo físico é o mesmo do esquema de Gabor.

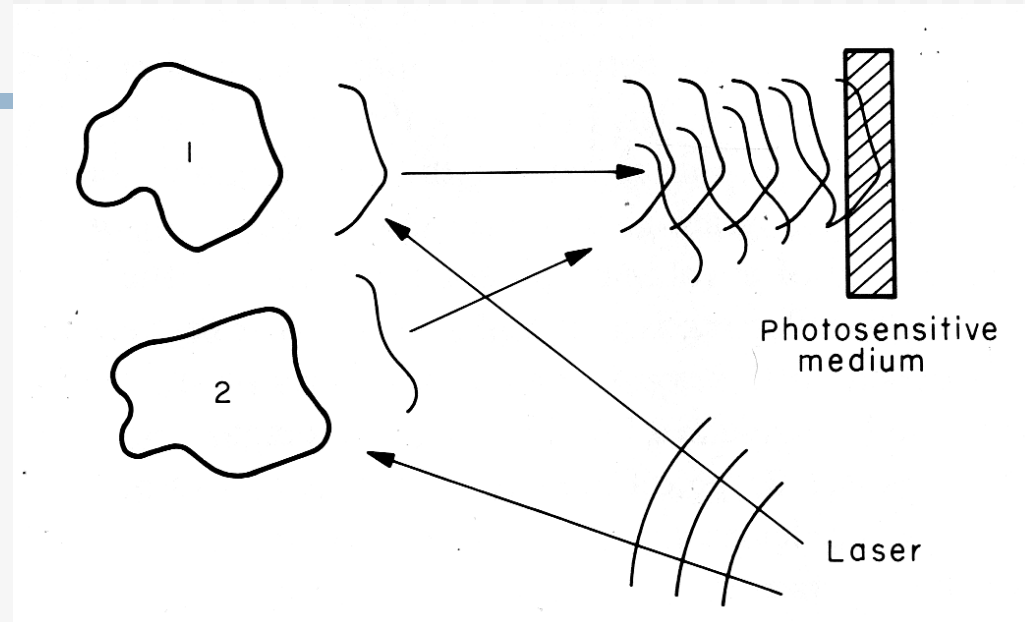


holograma fora de linha

- Reprodução da imagem virtual – ilumina-se o holograma após revelação com o feixe que não foi desviado, a luz irá difratar no holograma como se fôsse o objeto.



descrição analítica



Ilumina-se o filme com o padrão de interferência I e t será a representação matemática do holograma gravado no filme.

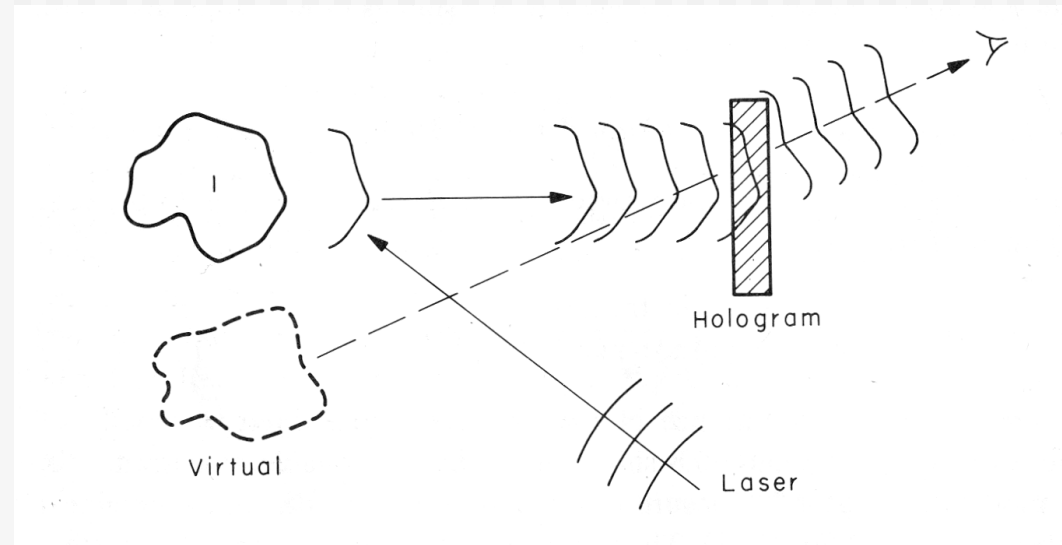
$$I = (a_1 + a_2)(a_1 + a_2)^*$$

$$t = \frac{\text{amplitude transmitida}}{\text{amplitude incidente}} = t_0 - kI$$

reconstrução da imagem

Geração do padrão de interferência I no filme holográfico

$$\begin{aligned} I &= a_1 a_1^* + a_2 a_2^* + a_1 a_2^* + a_1^* a_2 \\ &= I_1 + I_2 + a_1 a_2^* + a_1^* a_2 \end{aligned}$$

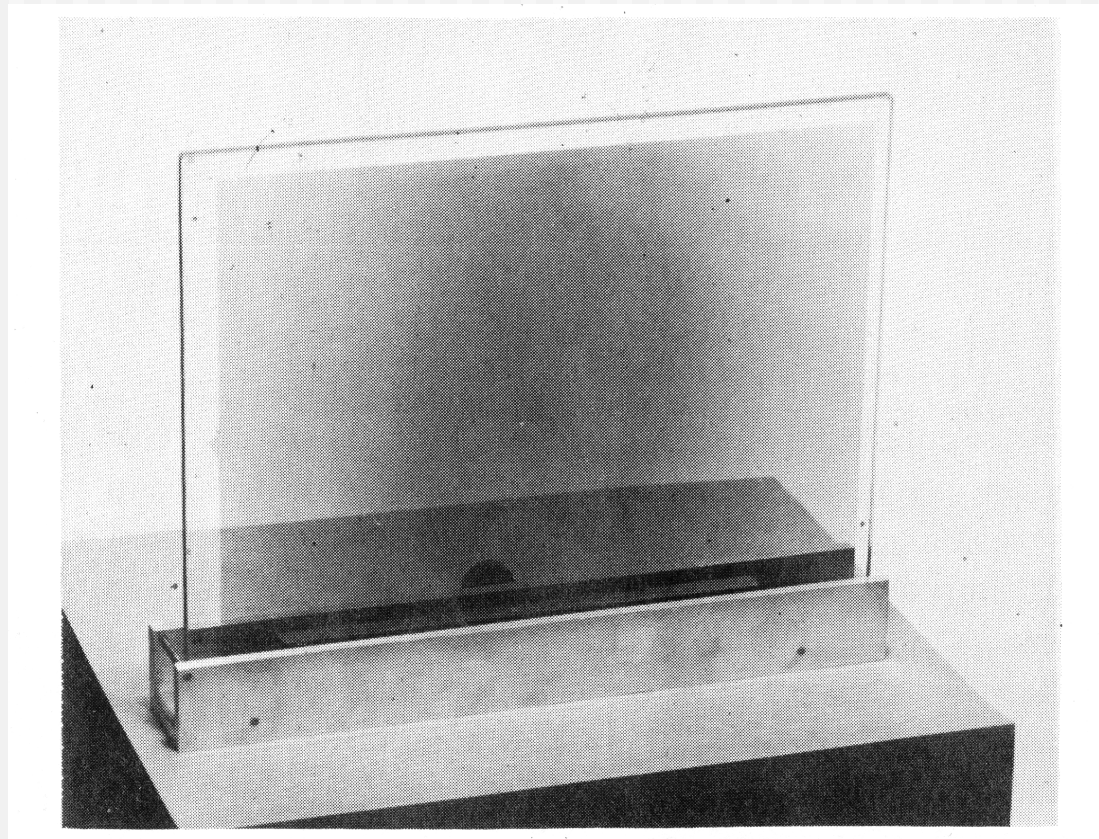


$$w \propto a_1 I = a_1 (I_1 + I_2) + a_1 a_1^* a_2^* + I_1 a_2$$

Ou seja, ilumina-se com o feixe de a_1 e obtem-se a imagem do objeto 2 com intensidade $I_1 a_2$ para o observador !!!!

hologramas

- Placa holográfica após processamento



Gabor & um holograma

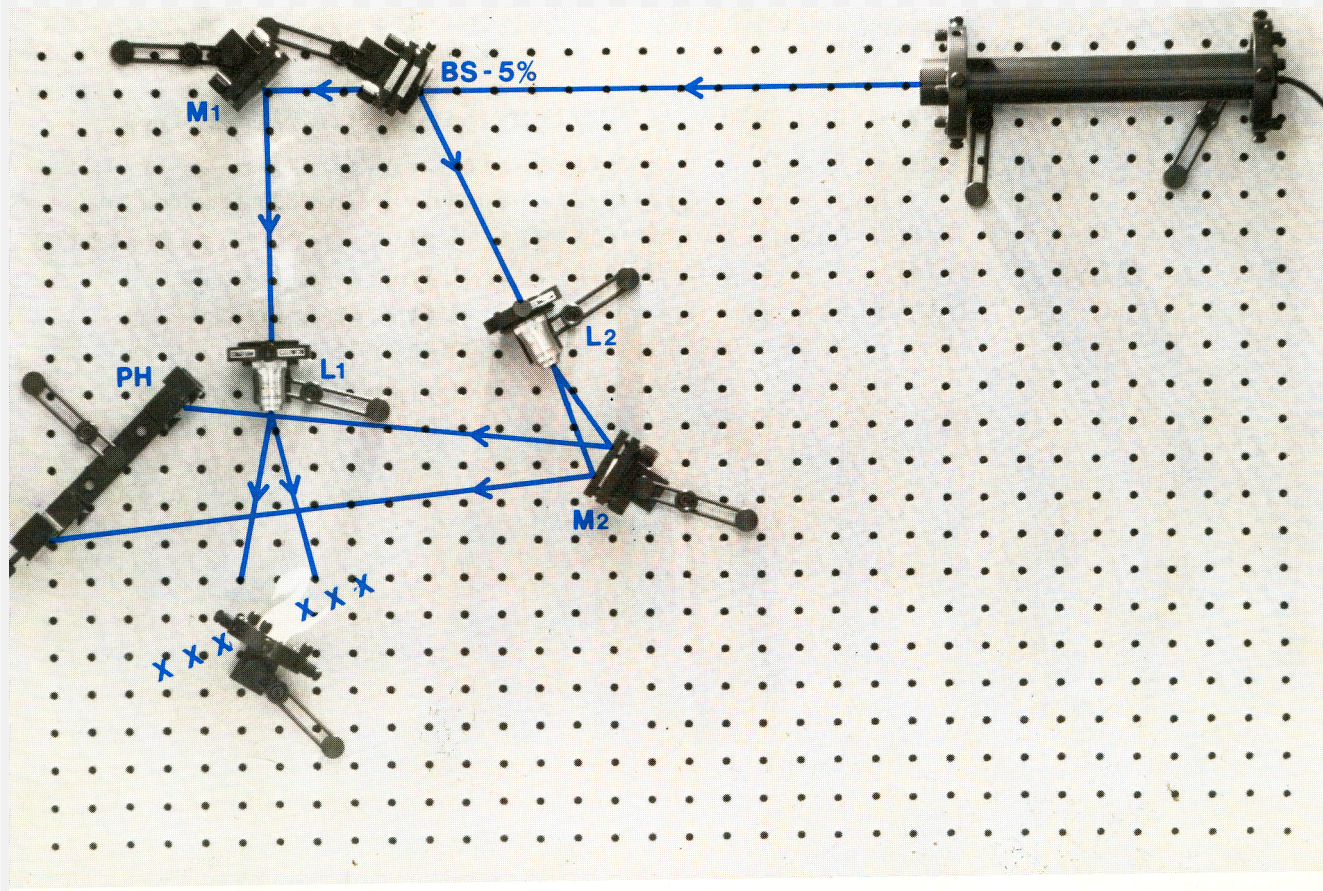


placas e filmes holográficos

TABLE II
Photographic Materials

Material	Substrate	Usable thickness (μm)	Recording wavelength range	Recording sensitivity ^a (J/cm^2)	Limiting resolution (c/mm)	Reference
Kodak 649F	Estar film and plate	6	Panchromatic	$\sim 8 \times 10^{-5}$	>3000	Pennington (1971)
		17				Eastman Kodak Co. (1971)
Agfa 8E70	Plate	6	Panchromatic ^b	2×10^{-5}	3000	Pennington (1971)
Agfa 8E75	Plate	6	Panchromatic ^c	2×10^{-5}	>3000	Pennington (1971)
						Agfa Gevaert
Kodak 131	Plate	9	Panchromatic	$\sim 2.4 \times 10^{-6}$	~ 2500	Eastman Kodak Co. (1971)
Kodak SO-253	Estar film	9	Panchromatic	$\sim 2.4 \times 10^{-6}$	~ 2500	Eastman Kodak Co. (1971)
Agfa 10E70	Acetate film and plate	6	Panchromatic ^b	5×10^{-6}	1500	Pennington (1971)
Agfa 10E75	Plate	6	Panchromatic ^c	5×10^{-6}	~ 2500	Pennington (1971)
						Agfa Gevaert
Kodak 649GH	Estar film	7	Orthochromatic	$\sim 9.5 \times 10^{-5}$	>3000	Pennington (1971)
Kodak SO-343	Estar film (thick base)	7	Orthochromatic	$\sim 9.5 \times 10^{-5}$	>3000	Eastman Kodak Co. (1971)
Kodak 1A	Plate	6	Orthochromatic	$\sim 9.5 \times 10^{-5}$	>3000	Eastman Kodak Co. (1971)
Kodak 2A	Plate	6	Orthochromatic	$\sim 2.1 \times 10^{-4}$	>3000	Eastman Kodak Co. (1971)
Agfa 8E56	—	6	Orthochromatic ^d	$\sim 4 \times 10^{-5}$	>3000	Pennington (1971)
						Agfa Gevaert

montagem holográfica



bibliografia

- *Optical Holography*, Academic Press, 2ed
Collier, Burckhardt and Lin

Optics, Addison Weley, 3ed
Hecht

Fundamentals of Optics, McGraw Hill, 4ed
Jenkins and White