Instituto Panamericano de Ingeniería Naval
Instituto Pan-americano de Engenharía Naval
Pan-american Institute of Naval Engineering

XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL,
TRANSPORTE MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA.

INSPECAO SUBMARINA ATRAVES DA HOLOGRAFIA

PAPER Nº 15

EDISON GONCALVES
Eng. PhD, Universidade de Sao Paulo
BRASIL

INSPEÇÃO SUBMARINA ATRAVÉS DA HOLOGRAFIA

ENGº RICARDO FORNERIS JR. M.Eng - EDEA LTDA, São Paulo, Brasil.
PROF. DR. EDISON GONÇALVES, M. Eng. PhD, Universidade de São Paulo, Brasil.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise do potencial da utilização dos métodos holográficos à Laser na inspeção submarina. Enfase especial é dada na inspeção de plataformas e tubulações embaixo da água.

São discutidos os parâmetros que influenciam a holografia submarina e apresentadas as vantagens e desvantagens do método.

Resultados experimentais, obtidos nos laboratórios da USP, são apresentados para um caso exemplo simples.

1. INTRODUÇAO

A holografia foi inventada por Dennis Gabor, em 1948, quando ele descreveu a possibilidade de gravar em uma emulsão fotográfica a amplitude e a fase das ondas coerentes de luz transmitidas por um objeto transparente e, em seguida, pela projeção dessa mesma luz através do filme fotográfico (holograma) reproduzir a imagem tridimensional do objeto original [1]. A gravação e a reconstrução de hologramas, como Gabor sugeriu, foram facilitadas com o advento do Laser como fonte coerente e monocromática de luz. Em 1964, Leith e Upatnieks demonstraram, utilizando um Laser, que o holograma de um objeto opaco pode ser gravado e reconstruído de maneira similar àquela proposta por Gabor [1].

A holografia e a interferometria holográfica têm muitas aplicações nas areas técnicas. A engenharia utiliza, principalmente, a técnica de interferometria holográfica para a realização de ensaios experimentais. Para se fazer interferometria holográfica grava-se sobre o mesmo holograma dois estados diferentes de um objeto. Assim, as fases de luz que chegam ao holograma em dois instantes de tempo são diferentes e podem interferir. Por isso se formará um padrão de franjas sobre a imagem reconstruída do holograma, esse padrão de franjas é função do tipo de mudanças ocorridas no estado inicial do objeto.

O desenvolvimento das fibras ópticas, inicialmente, para a area de comunicação, pode viabilizar a solução de problemas de holografia, fazendo com que locais antes inacessíveis possam ser holografados simplificando, também, o arranjo holográfico.

As aplicaçòes da holografia e da interferometria holográfica nas investigações utilizando Lasers contínuos tem encontrado um grande número de campos onde antes era difícil ou impossível de realizar um experimento sem o advento da fibra óptica. Uma aplicação interessante é no estudo de componentes de circuitos integrados onde a fibra é utilizada para transmitir a imagem do objeto à chapa holográfica.

Com a utilização de Lasers pulsados novos campos de estudos se tornaram possíveis. Aplicações industriais, tais como hologramas feitos na parte interna de máquinas e tubulações, distribuição de partículas, estudos aerodinâmicos e hidrodinâmicos, plasmas, propagação de calor, estudos dinâmicos, propagação de ondas (choque) e ensaios não destrutivos.

Consequentemente, faz-se necessário concentrar esforços no desenvolvimento de técnicas holográficas com a utilização de fibras ópticas, a qual trará um importante

avanço nos sistemas de controle de qualidade, ensaios experimentais e inspeção visual.

O propósito deste trabalho é apresentar uma análise do potencial da utilização dos métodos holográficos à Laser sendo dada ênfase especial na inspeção submarina de plataformas e tubulações.

2. UTILIZAÇAO DAS FIBRAS OPTICAS NA HOLOGRAFIA

Na holografia, o uso de fibras ópticas traz vantagens, tais como, menor quantidade de componentes ópticos e maior flexibilidade de utilização dos equipamentos. A holografia com a fibra óptica tem viabilizado o desenvolvimento de experiências que não eram possíveis com os equipamentos convencionais. Uma fibra óptica é composta de um núcleo e uma camada envoltória (cladding) sendo envolta em uma jaqueta plástica. Uma fibra de alta qualidade é feita de sílica com agentes dopantes de oxido de germânio adicionados ao núcleo. O índice de refração do núcleo é maior que o índice de refração da camada envoltória.

O principal equipamento é a conexão ou juncão entre a luz proveniente da fonte e a fibra óptica. Para se realizar a holografia utiliza-se a fibra de monomodo, a fibra multimodo possui um padrão de saída com uma quantidade grande de "speckles" o que ocasiona uma perda de contraste na imagem final do holograma.

Um tipo de fibra utilizada para a holografia é aquela com diâmetro do núcleo de 4μm com recobrimento de 125μm de diâmetro (Newport F- SV), esta fibra é projetada para um comprimento de onda de 632,8 nm (Laser de He - Ne) mas, também, pode ser usada para Laser de Rubi e Kriptônio.

A fibra é utilizada para direcionar os raios de referência e objeto e, também para transmitir a imagem do obejto, neste caso com um feixe de fibras ópticas, para o holograma obtendo-se, assim, um holograma que pode ser observado com luz natural.

O arranjo holográfico utilizando fibras ópticas é bem simples; a luz proveniente de um laser é introduzida na fibra óptica por uma conexão com uma ou mais funções. A Figura 1 mostra um arranjo baseado num sistema holográfico convencional, a Figura 2 usa somente uma conexão e um acoplador variável de direção como divisor de feixe e a Figura 3 mostra um arranjo no qual um feixe de fibras coerentes é usado para transmitir a imagem à placa holográfica.

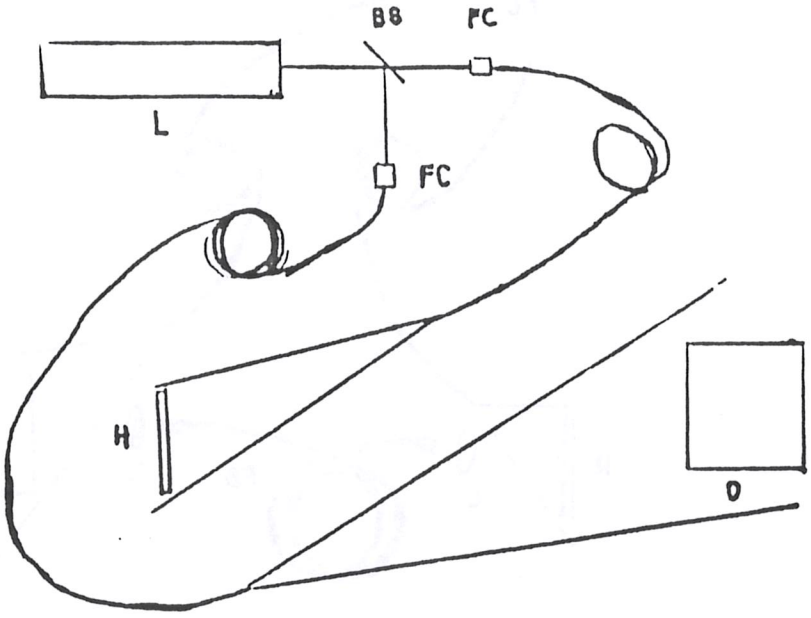

Figura 1. - Arranjo holográfico convencional utilizando fibras ópticas.

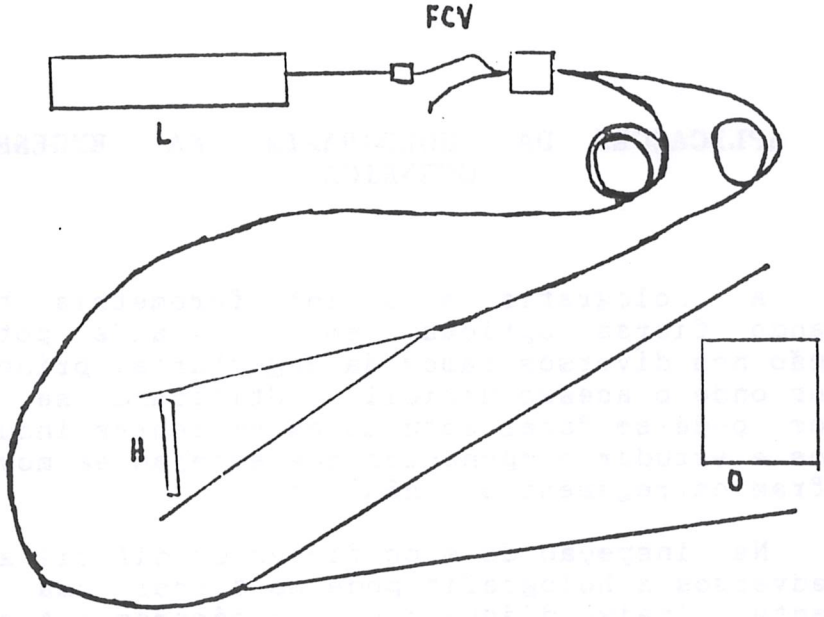

Figura 2. - Arranjo holográfico utilizando uma conexão com função de divisor de feixe.

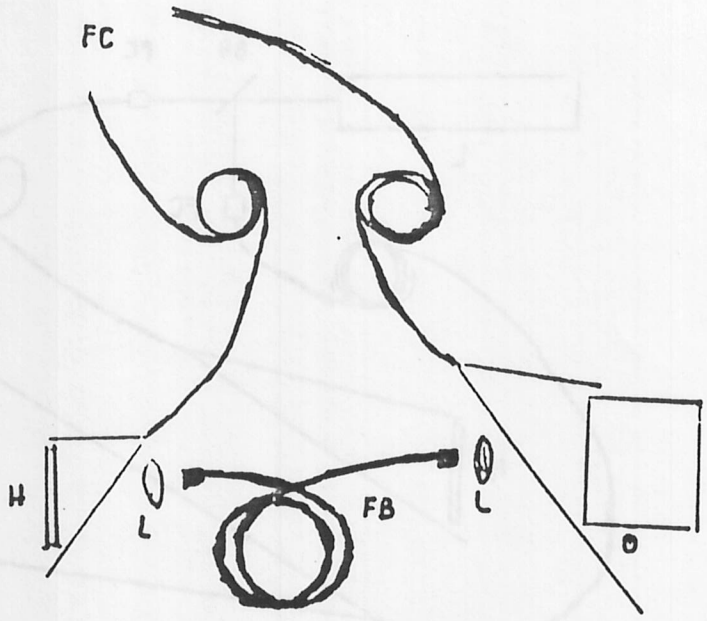

Figura 3. - Arranjo holográfico que se utiliza de um feixe de fibras para transmitir a imagem à placa.

3. APLICAÇÕES DA HOLOGRAFIA NA ENGENHARIA OCEÂNICA

A holografia e a interferometria holográfica utilizando fibras ópticas tem um grande potencial de aplicação nos diversos ramos da engenharia, principalmente, naqueles onde o acesso difícil. Utilizando-se os Lasers pulsados, pode-se fazer estudos em ambientes industriais ou adversos e estudar componentes que estejam em movimento ou que sofram carregamentos dinâmicos.

Na inspeção de superfícies de difícil acesso e em meios adversos a holografia pode se tornar uma ferramenta importante. Abaixo d´água o uso de câmaras fotográficas ou de vídeos é muito limitado devido a baixa profundidade de foco e aos problemas originados pela variação do índice de refração da água. O índice de refração é função de vários fatores, tais como: profundidade local, temperatura,

existência de correntes, salinidade, etc.. A holografia, além de possuir boa profundidade de foco proporciona uma imagem tridimensional. Alguns problemas de exposição e comprimento de luz utilizados devem ser resolvidos para se obter boa nitidez dos hologramas, pois com a variação do meio pode-se ter variações de absorção do comprimento da luz utilizada prejudicando a formação do holograma. Estudos de geração de contornos podem ser feitos para mapear as superfícies, mostrando, assim, pontos de descontinuidade, como exemplo, trincas, pontos de corrosão, etc.. Todo o equipamento holográfico, devido as fibras ópticas, pode ser compactado em um sistema com direcionamento controlado que além de detectar melhor os defeitos, eliminaria o trabalho perigoso de mergulhadores.

4. ENSAIOS EXPERIMENTAIS

Foram realizados vários hologramas de um tubo cilíndrico submerso em um tanque de água. Utilizou-se um arranjo convencional com um Laser de He - Ne.

Na Figura 4 pode-se observar com clara nitidez e definição a imagem do tubo imerso dentro d´água.

Na Figura 5 gerou-se um padrão de contornos sobre o tubo onde pode-se constatar a sua circularidade.

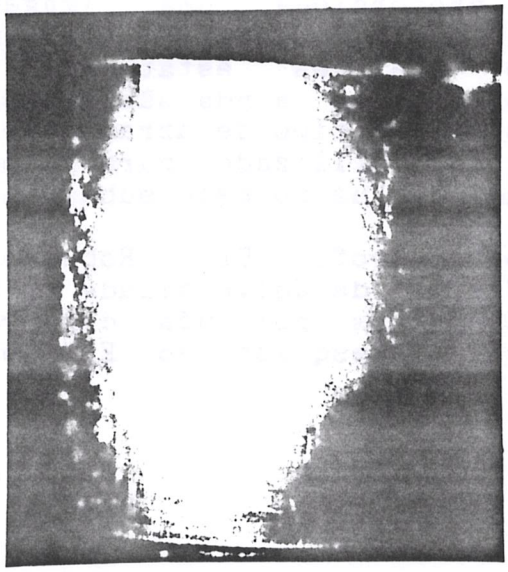

Figura 4.- Holograma do tubo submerso em um tanque d´água.

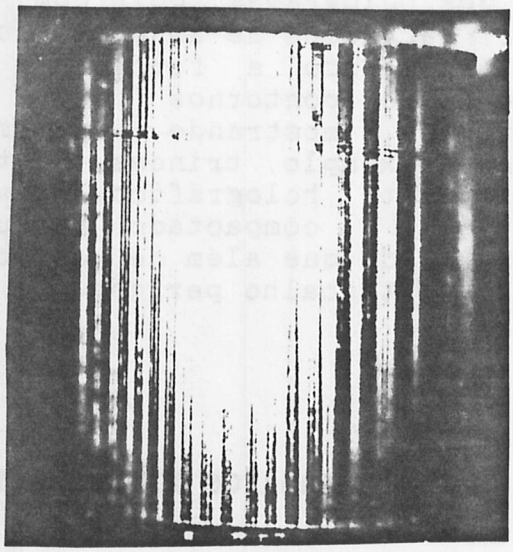

Figura 5. - Holograma do tubo sobre um padrão de contorno.

5. CONCLUSÕES

A holografia e a interferometria holográfica podem ser usadas na inspeção submarina com grande vantagem em relação a outros métodos de inspeção e controle de qualidade. Ela proporciona uma imagem realística tridimensional do objeto, permitindo assim, estudos no objeto, tais como análises estáticas, dinâmicas e dimensionais. No entanto ainda são necessários estudos para a definição do melhor tipo de arranjo holográfico e o tipo de Laser a ser utilizado para se poder avaliar o comportamento da onda de luz no meio submarino.

Agradecemos ao Prof. Dr. Roberto Forneris do Departamento de Física da Universidade de São Paulo pela colaboração nos trabalhos por nós desenvolvidos e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Forneris Jr., R. e Gonçalves, E. "Análise de Deslocamentos e Deformações em Elementos Estruturais por Interferometria Holográfica", Anais da Escola Politécnica da USP, 1988.

[2] Forneris Jr., R. e Gonçalves, E. "Holografia e Interferometria Holográfica Aplicadas à Engenharia", VIII Seminário Nacional de Ensaios Não Destrutivos, ABEND, São Paulo, 1988.

[3] Forneris Jr., R. "Análise de Deformação e Deslocamentos em Elementos Estruturais por Interferometria Holográfica", Tese de Mestrado, EPUSP, 1987.

[4] Caufield, J. "Handbook of Holography", Ac. Press, NY, 1979.

[5] Erf, R. "Holographic Non Destructive Testing", Ac. Press, NY, 1974.

[6] Watson, J. "Holography to Underwater Inspection", First Symposium on Industrial Uses of Holography, NM, 1987.