

Sensor nulo de Shack-Hartmann para evaluar una superficie cóncava esférica y una parabólica

Sensor de zero Shack Hartmann-avaliar uma superfície esférica côncava e um satélite

Benito Canales Pacheco

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, México

canales321@hotmail.com

León Felipe Austria González

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, México

león_austria@hotmail.com

Raymundo Sergio Noriega Loredo

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, México

snoriegal@gmail.com

Luis Alberto Ruiz Aguilar

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense, México

lruizaguilar@gmail.com

Resumen

Actualmente existen muchas pruebas ópticas que analizan una superficie o un sistema óptico. Según la literatura científica las hay de dos clases, dependiendo del método que utilicen: las denominadas no interferométricas, es decir, la prueba de Hartmann, Alambre, Estrella, Foucault, Ronchi [1]. Dichas pruebas permiten obtener información sobre la derivada del frente de onda ($\partial w/\partial y$). Por otro lado, están las denominadas pruebas interferométricas, por ejemplo: el Interferómetro de Tyman Green, Fizeau, Newton, Murty (desplazamiento lateral) [2]. Con este tipo de pruebas se obtiene información directa del frente de onda (W). El presente trabajo utiliza el principio físico de la prueba de Hartmann para construir un sensor de frente de onda tipo Shack-Hartmann, que permita evaluar una superficie óptica esférica y una parabólica.

Palabras Clave: Sensor, Shack-Hartman, parabólica

Resumo

Existem actualmente muitos testes ópticos que realizam uma superfície ou de um sistema óptico. De acordo com a literatura científica existem duas classes, dependendo do método utilizado: o chamado interferométrico não, isto é, à prova de Hartmann, fio, estrela, Foucault, Ronchi [1]. Estes testes fornecem informações sobre o derivado da frente de onda ($\partial w / \partial y$). Por outro lado, eles são chamados testes interferométrico, por exemplo: Tyman verde interferómetro, Fizeau, Newton, Murty (deslocamento lateral) [2]. Com este tipo de informações de teste diretamente a partir da frente de onda (W) que você está obtido. Este artigo usa o princípio físico do teste Hartmann para construir um sensor de frente de onda do tipo Shack-Hartmann, para avaliar a superfície óptica esférica e um satélite.

Palavras-chave: Sensor, Shack-Hartman, satélite

Fecha recepción: Enero 2015

Fecha aceptación: Junio 2015

Introdução

Ronchi testa e Hartmann são muito úteis na avaliação superfícies esféricas, cujos erros pode ser estimada por desvios de um padrão de referência, em contraste com uma experimental [1-5]. Com o avanço da tecnologia, estes testes têm sido algumas mudanças, mas ainda conservam os mesmos princípios de análise geométrica. Entre os mais conhecidos são o sensor de frente de onda Shack-Hartmann (SH) [6], que consiste de uma matriz de micro-lentes com o mesmo comprimento focal, e uma câmera de CDD (Charge-Coupled Device) colocado no foco das lentes. Quando um perfeito frente de onda esférica passa através do SH, cada micro-lente focaliza a luz para a câmera CCD, formando uma distribuição de pontos igualmente espaçados (marcos). Este dispositivo é uma alternativa para o teste óptico porque é simples, compacta e relativamente insensível a vibrações mecânicas; Ele veio mesmo para ter um grande número de aplicações em diferentes áreas da ciência e tecnologia, entre os quais as Ciências da Visão e da astronomia. Voltando às características

do sensor de frente de onda, o presente trabalho se propõe a construir um tipo de sensor Shack-Hartmann para simular avaliar uma superfície esférica côncava e por satélite.

Projeto e construção de um sensor Shack-Hartmann de zero

O sensor Shack Hartmann-nula é uma combinação do ensaio Shack Hartmann-e testar a Ronchi nula. Por sua concepção e construção nil grades diferentes foram obtidos por um programa de computador [7]. Na Figura 1, esqueletizações de zero gradeamentos Ronchi é avaliar de uma superfície esférica (ver figura) e um satélite (Figura b). Em ambas as figuras que tira com uma certa inclinação, especialmente nas bordas superior e inferior são observadas; o desvio é medido a partir de uma linha recta traçada no centro de cada tira. Você também pode observar uma distribuição de pontos pretos indicam onde colocar o mini-lente, as referências que se seguem a curvatura das redes (ver Figura B). No entanto, na figura, as localizações dos mini-lentes são mantidos alinhados verticalmente. A distribuição das lentes foram escolhidos de tal forma que o sensor tem um maior campo de análise sobre a superfície de teste.

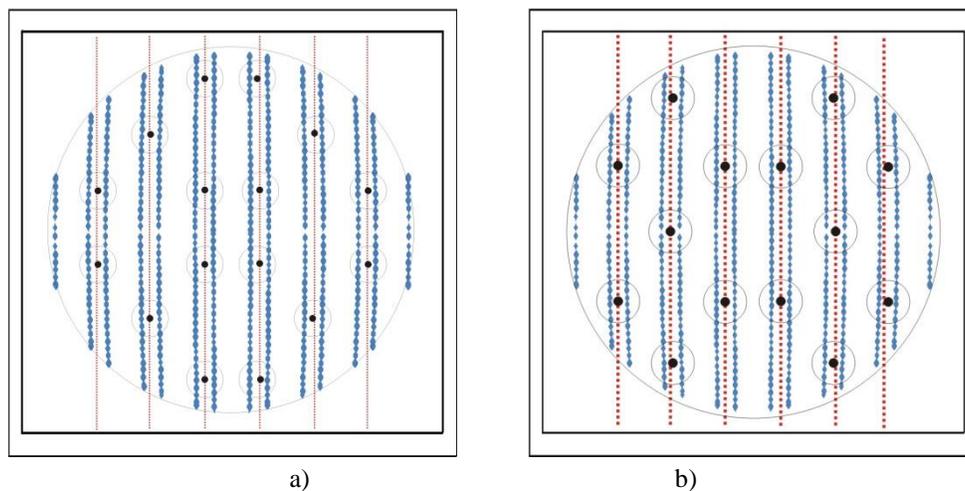


Figura1. Rejilla nula de Ronchi para una superficie; a) esférica, b) parabólica.

Caracterização de lentes nulos tipo Ronchi sensor de Shack-Hartmann.

Tal como mencionado na secção anterior um sensor Shack Hartmann-consiste de uma matriz de microlentes cada igualmente espaçadas com a mesma distância focal. Portanto nesta seção do processo de caracterização de usar lentes descritas. Para levar a cabo este

processo de uma disposição óptica (ver Figura 2), que consiste de uma fonte de luz laser de hélio-neon para iluminar um sistema de filtragem espacial é utilizada, permitindo expandir o feixe; imediatamente lente de colimação é colocado, que produz um incidente de avião de frente de onda na lente em teste, a luz refratada e converge para o foco. Finalmente, com um nónio o comprimento focal da lente do ensaio é calculado. Os parâmetros encontrados nas lentes foram 16; uma distância focal de 10 mm e um diâmetro de 7mm.

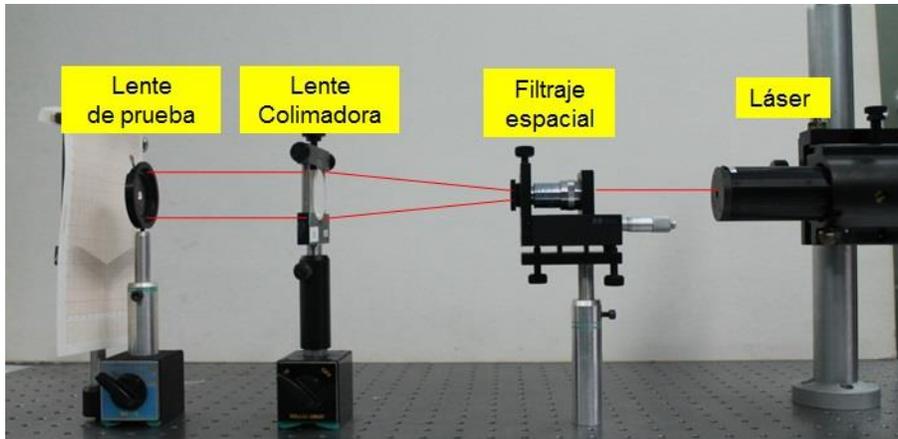


Figura 2. Arreglo experimental de un sistema colimador.

Construção de um nulo sensores Shack-Hartmann tipo Ronchi

Com zero grades Ronchi mostrados na seção 2.1, procedeu-se a construir um sensor Shack-Hartmann com a seguinte metodologia. Primeiramente, a grade é impresso sobre um pedaço de madeira de 65 x 65 mm e uma espessura de 1,6 mm. Em segundo lugar, usando uma máquina de moagem os orifícios referências sobre a rede foram efectuadas; É interessante notar que os parâmetros de referência seguir a curvatura das faixas, sendo mais perceptível, nas suas extremidades superiores. Terceiro foram incorporados cada uma das lentes em cada buraco. A Figura 3 mostra imagens de sensor integrado, particularmente a figura mostra um zero para avaliar uma lente superfície esférica que compreende o sensor 16 são mostrados, enquanto que a figura b mostra uma lente de sensor 14 para avaliar uma superfície parabólica.

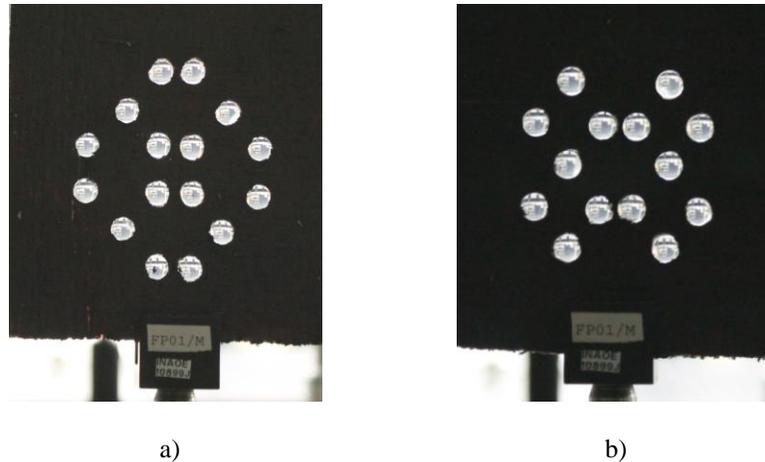


Figura 3. Sensor nulo de Ronchi-Shack Hartmann para probar una superficie, a) esférica, b) parabólica

O dispositivo de sensor óptico construído chamada nulo tipo Shack Hartmann-Ronchi, é usado como uma ferramenta para testar uma superfície esférica de 14 cm de diâmetro, um comprimento focal de 55.8 cm e um satélite de 5,2 cm de diâmetro com um raio de 32 cm. Os testes foram realizados utilizando um arranjo experimental (ver Figura 4), o qual consiste de uma fonte de fibra de luz branca é convertida perto do centro de curvatura da superfície de teste, o que permite que a luz da lente a produzir um reflexo de luz incidente para o seu centro de curvatura. Em seguida, o sensor nulo a uma distância de 85 cm foi colocado espelho esférico; cada lente do sensor forma uma imagem da fonte, resultando numa distribuição de pontos (ver Figura 5). Este mesmo procedimento foi realizado para a superfície parabólica, caso em que o zero foi colocado a uma distância de 71 cm do sensor espelho.

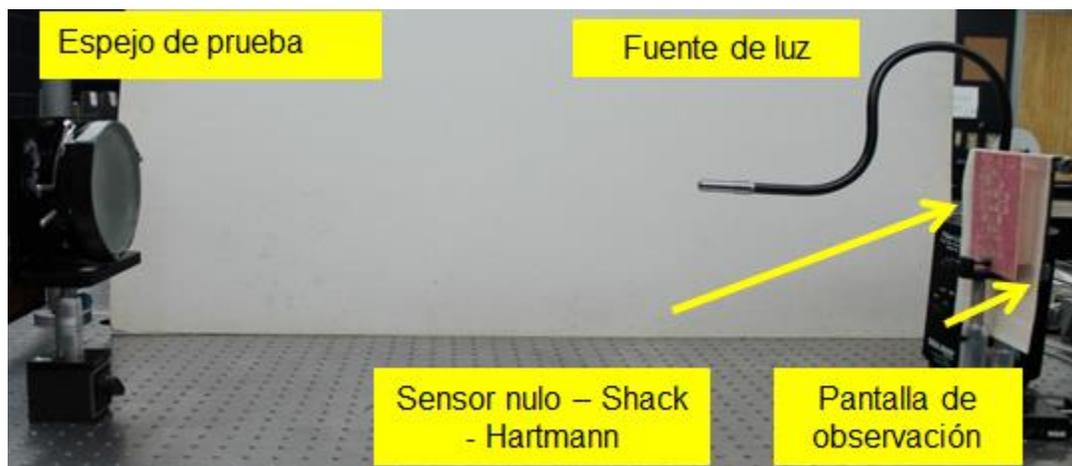


Figura 4. Arreglo experimental para evaluar una superficie esférica y parabólica.

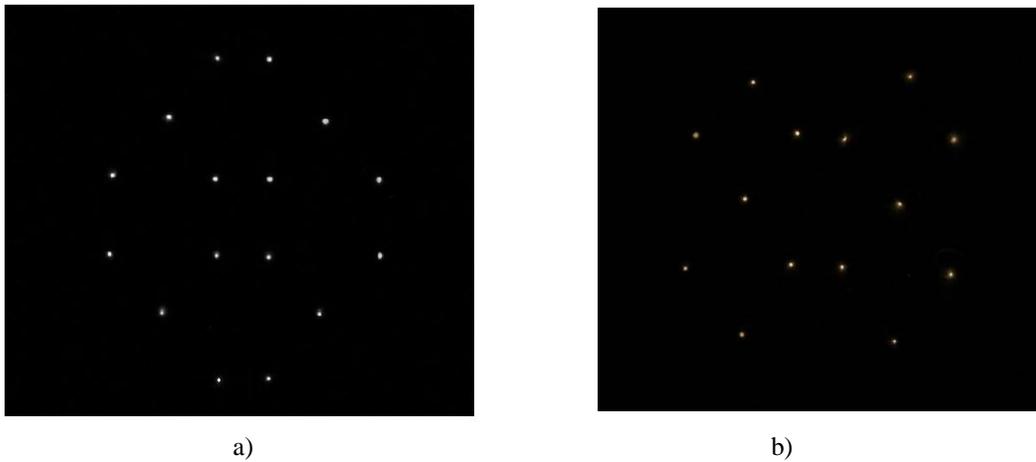


Figura 5. Hartmanngrama experimental de una superficie, a) esférica y b) parabólica.

Resultados

O Hartmann Gramas mostrado na Figura 5, foram analisadas para saber as posições e os desvios dos pontos em relação a um sistema de referência. Para a análise de como a tela de observação milímetro papel translúcido, onde você pode ver as posições de cada um dos pontos de luz formados pelos mini-lentes (ver Figura 6) Foi colocada. Para medir os desvios foram tomados como pontos de referência 3, 4, 5, 6, 7 e 8; os resultados obtidos são mostrados na Tabela 1. No caso de a superfície parabólica o mesmo procedimento foi realizado com referência aos pontos 7, 8, 9, 10, 11 e 12; e os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2.

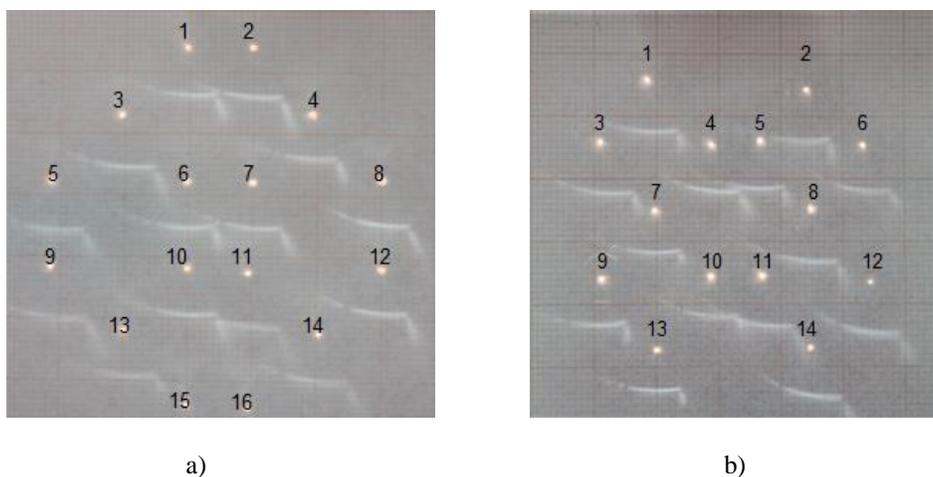


Figura 6. Hartmanngrama experimental de una superficie, a) esférica y b) parabólica.

Tabela 1. Dados experimentais de deslocamentos dos pontos Hartmanngrama relação a uma posição de referência correspondente à superfície esférica.

Número de puntos	Desplazamientos de puntos en el Hartmanngrama	Número de puntos	Desplazamientos de puntos en el Hartmanngrama
1	0 ± 0.05 mm	9	0 ± 0.05 mm
2	0 ± 0.05 mm	10	0 ± 0.05 mm
3	0 ± 0.05 mm	11	0.5 ± 0.05 mm
4	0 ± 0.05 mm	12	0 ± 0.05 mm
5	0 ± 0.05 mm	13	0.5 ± 0.05 mm
6	0 ± 0.05 mm	14	0.5 ± 0.05 mm
7	0 ± 0.05 mm	15	0 ± 0.05 mm
8	0 ± 0.05 mm	16	0 ± 0.05 mm

Tabela 2. Dados experimentais de deslocamentos dos pontos Hartmanngrama relação a uma posição de referência correspondente à superfície esférica.

Número de puntos	Desplazamientos de puntos en el Hartmanngrama	Número de puntos	Desplazamientos de puntos en el Hartmanngrama
1	0.25 ± 0.05 mm	8	0 ± 0.05 mm
2	0.25 ± 0.05 mm	9	0 ± 0.05 mm
3	0 ± 0.05 mm	10	0 ± 0.05 mm
4	0 ± 0.05 mm	11	0 ± 0.05 mm
5	0 ± 0.05 mm	12	0 ± 0.05 mm
6	0.25 ± 0.05 mm	13	0.25 ± 0.05 mm
7	0 ± 0.05 mm	14	0 ± 0.05 mm

Conclusões

Este trabalho demonstrou a viabilidade da utilização de um tipo de sensor de Ronchi Null Shack-Hartmann avaliar superfícies esféricas ópticas e parabólicas. Eles foram caracterizados mini-lentes 16, medindo a sua distância focal e diâmetro.

Bibliografía

- A. Cornejo-Rodríguez (2007). “Ronchi test”, in *Optical Shop Testing*, D. Malacara, Wiley, New York, p. 317.
- A. Cordero-Dávila; A. Cornejo-Rodríguez; O. Cardona Núñez (1990). Null Hartmann and 169 Ronchi Hartmann tests, *Appl. Opt.* 29 4618–4621.
- D. Malacara; A. Cornejo (1974). Null Ronchi test for aspherical surfaces, *Appl. Opt.* 13 176, 1778–1780.
- G.H. Hopkins, R.H. Shagan (1977). Null Ronchi gratings from spot diagram, *Appl. Opt.* 178 16, 2602–2603.
- A. Cordero-Dávila; A. Cornejo-Rodríguez; O. Cardona Núñez (1992). Ronchi and 171 Hartmann tests with the same mathematical theory, *Appl. Opt.* 29, 172 2370–2376.
- D. Malacara-Dobledo; I. Ghazeli (2007). “Hartmann, Hartmann-Shack, t and other screen tests”, in *Optical Shop Testing*, D. Malacara, Wiley, New York, p. 361.
- A.M. Zárate Rivera (1989). “Paquete de Ronchigramas para PC” en Reporte técnico No. 70, INAOE, Departamento de cómputo.