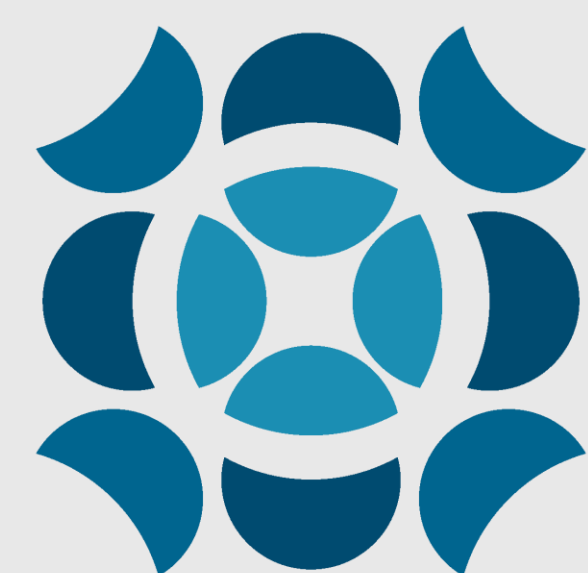




IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO-SENSOR BASADO EN EL INTERFERÓMETRO DE MICHELSON EN ESPACIO ABIERTO PARA DETECTAR IMPERFECCIONES EN SUPERFICIES PLANAS REFLEJANTES



Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Esteban Eduardo Morales Rojas¹ (estebanmorales317@aragon.unam.mx), Abraham Pérez Alonzo², Fernando Velázquez Carreón³, Gabriel Eduardo Sandoval Romero^{3*}.

- 1) Facultad de Estudios Superiores Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Nezahualcóyotl, 57171, Estado de México.
2) Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, 04510, Mexico City.
3) Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Mexico City.

Introducción

Las superficies planas reflectantes, como los espejos planos, son fundamentales en óptica, con aplicaciones industriales y académicas [1]. Los defectos en estas superficies pueden afectar las mediciones y son difíciles de detectar a simple vista. Para resolver esto, se desarrolló un dispositivo-sensor basado en el interferómetro de Michelson [2]. Se utilizó un portaobjetos de vidrio con tóner depositado, simulando una rejilla de Ronchi, para generar imperfecciones visibles. Además, se diseñó un circuito de acoplamiento de señal, un programa en Python para la visualización y almacenamiento de datos en tiempo real, y se utilizó una platina motorizada de seis ejes para realizar los barridos.

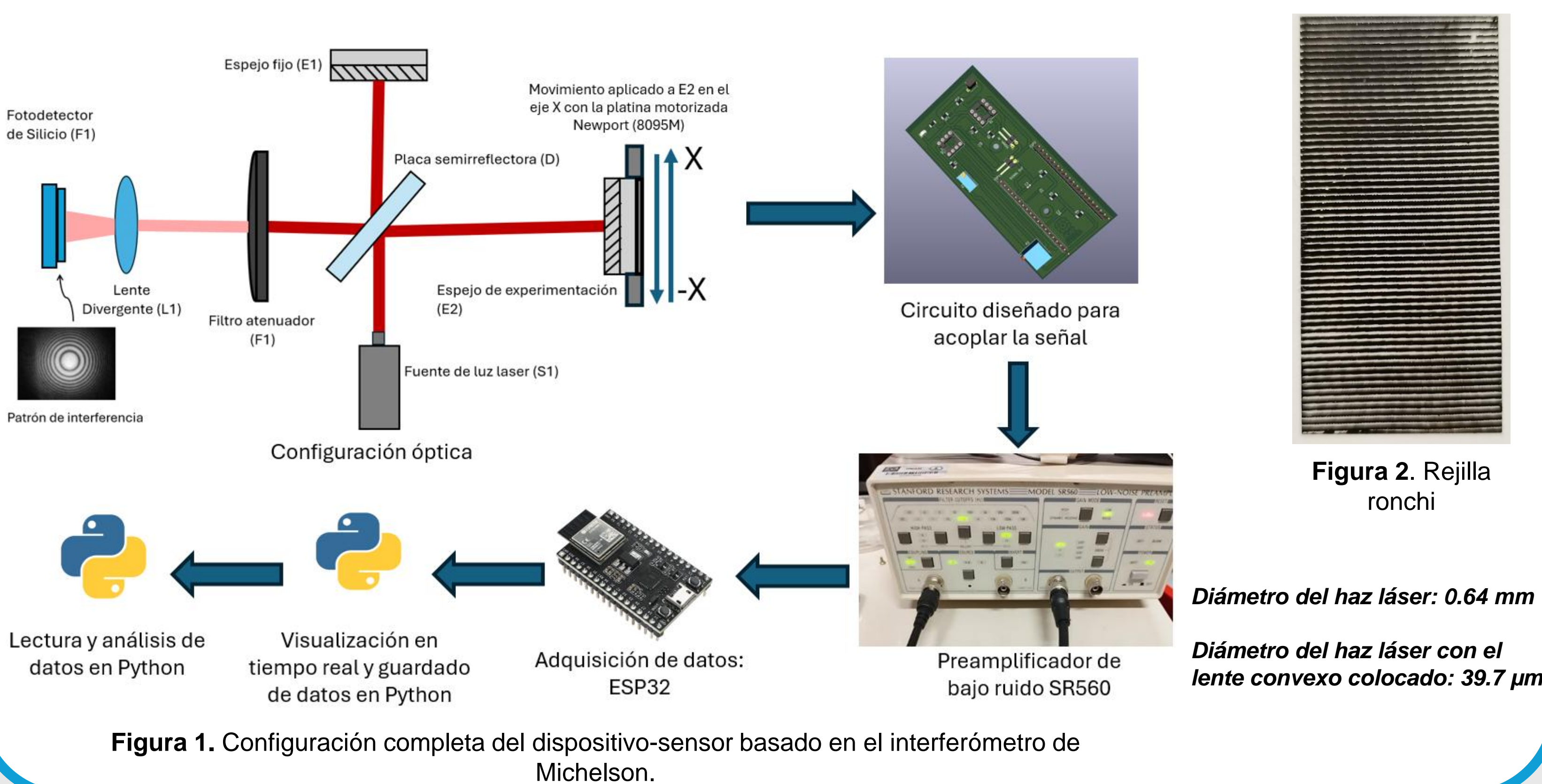


Figura 2. Rejilla Ronchi

Diámetro del haz láser: 0.64 mm
Diámetro del haz láser con el lente convexo colocado: 39.7 μm

Metodología

Se diseñó un dispositivo-sensor basado en un interferómetro de Michelson con una fuente de luz monocromática de 633 nm [2], un divisor de haz y dos espejos (uno como muestra). A una superficie reflectante se le adhirió una rejilla de Ronchi, que fue desplazada mediante una platina motorizada para realizar barridos. Se realizaron barridos variados, incluyendo el uso y retiro de un lente convergente para ajustar el diámetro del haz láser [1] y rotaciones de la muestra en 90° para orientar las franjas paralelas y horizontales respecto a la incidencia del haz. Los datos se adquirieron mediante un circuito con filtros que acopló la señal del fotodetector, usando un microcontrolador ESP32 para transmitir la información al puerto serie (COM) y un programa en Python para procesarla.

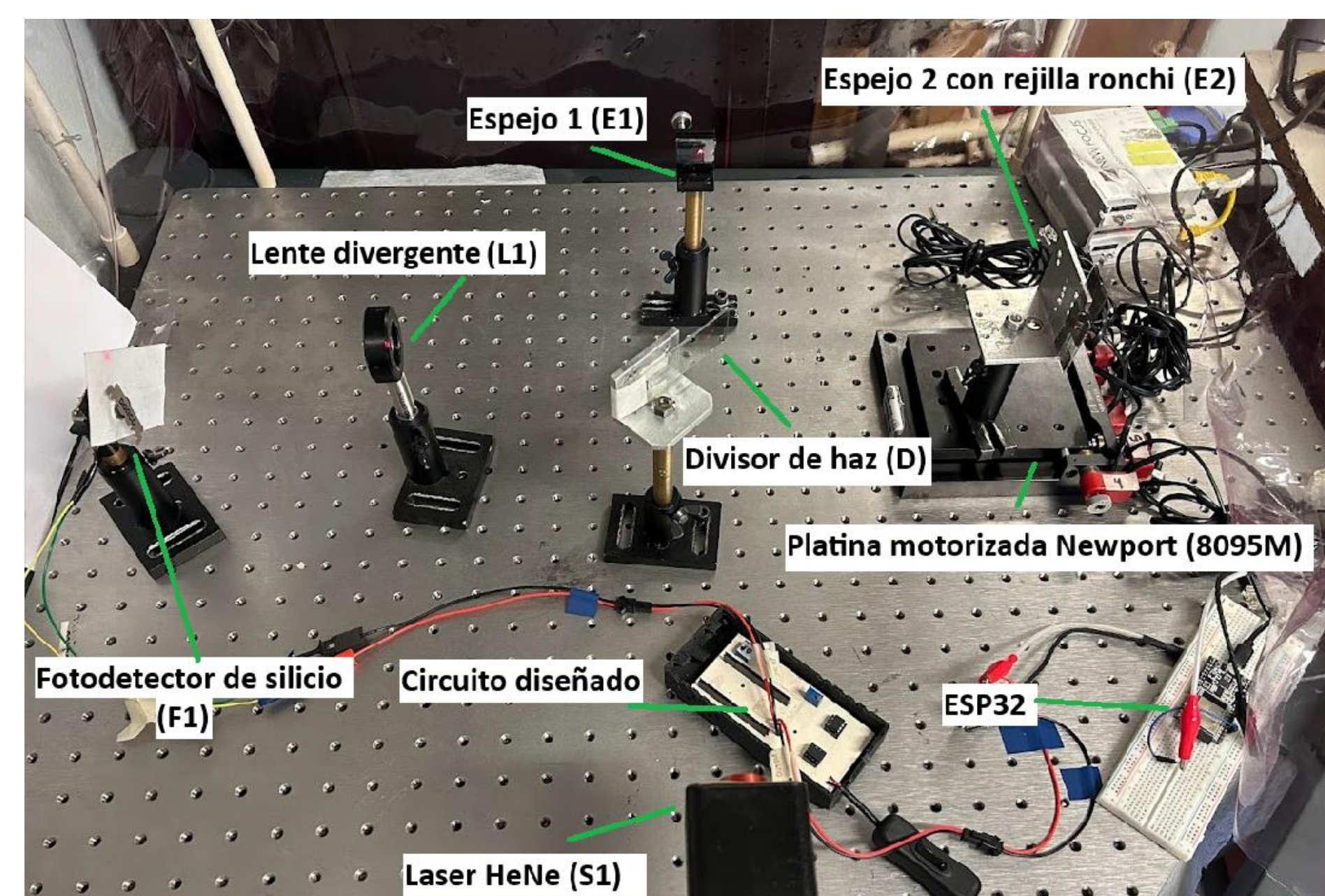


Figura 3. Configuración completa del dispositivo-sensor en el laboratorio de sensores de fibra óptica.

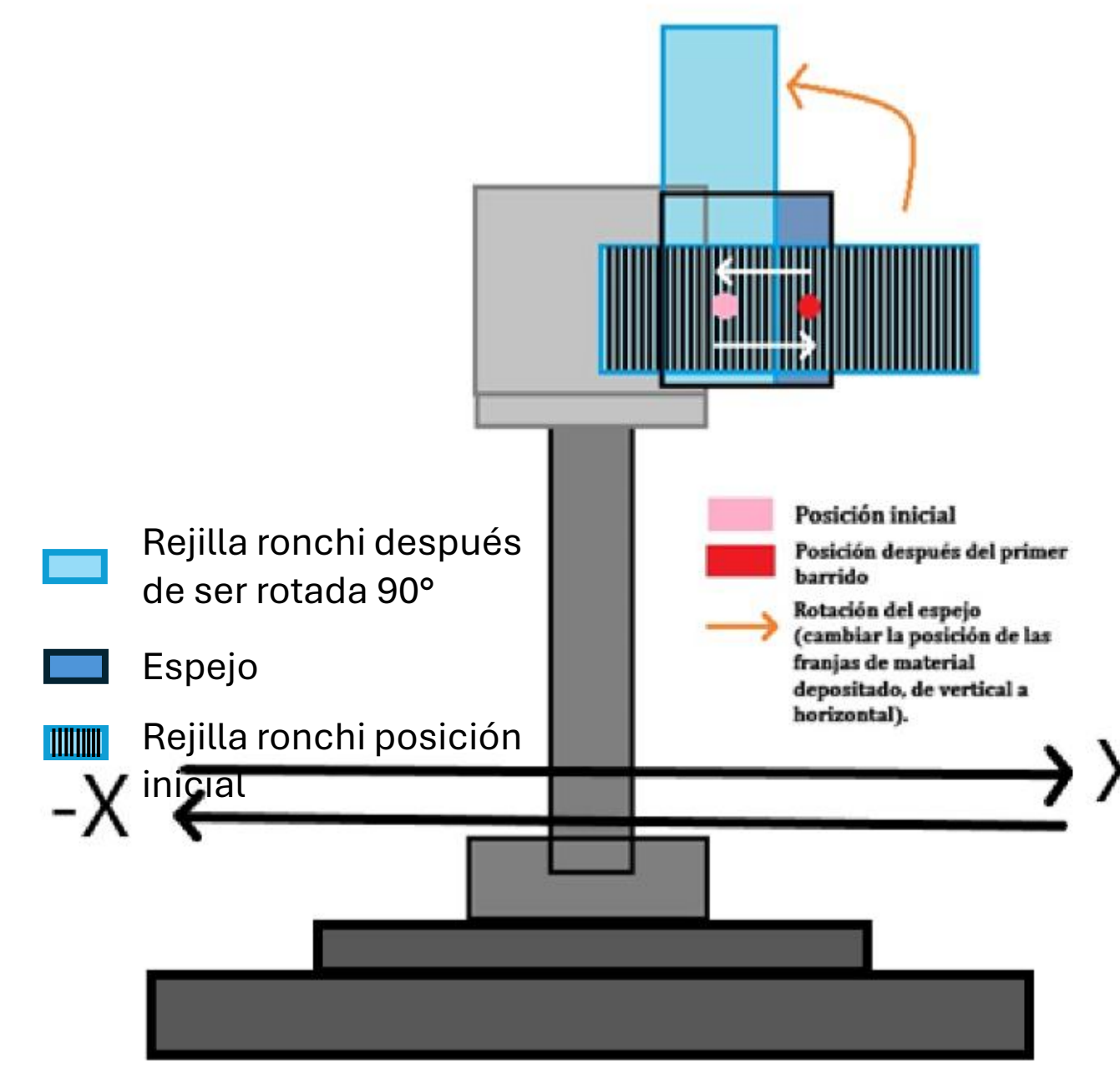


Figura 4. Representación de la metodología del barrido, y del cambio de disposición de las franjas de material depositado.

Resultados

Primer Barrido

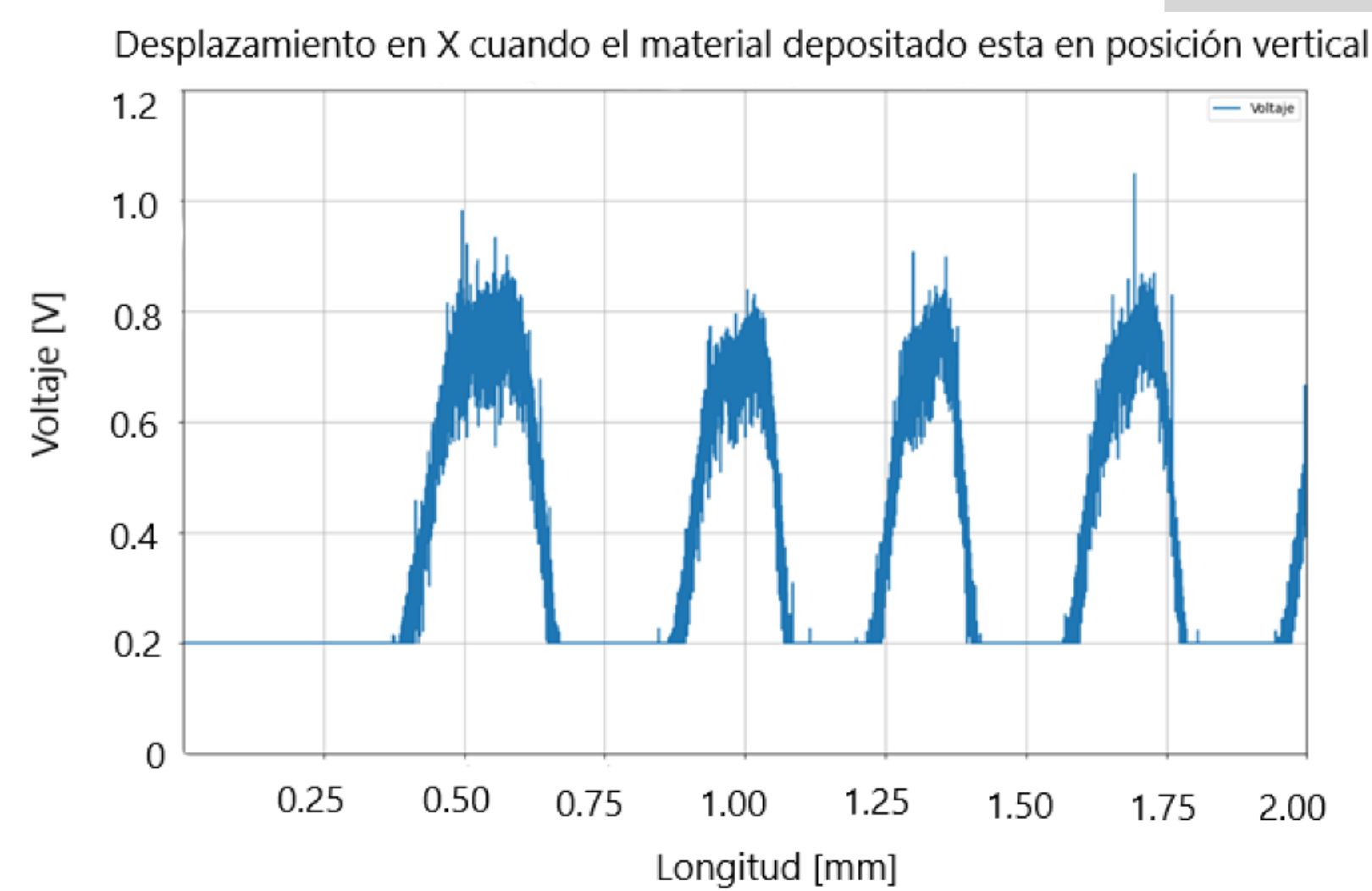


Figura 5. Desplazamiento de dos milímetros en X. Lente convergente colocado.

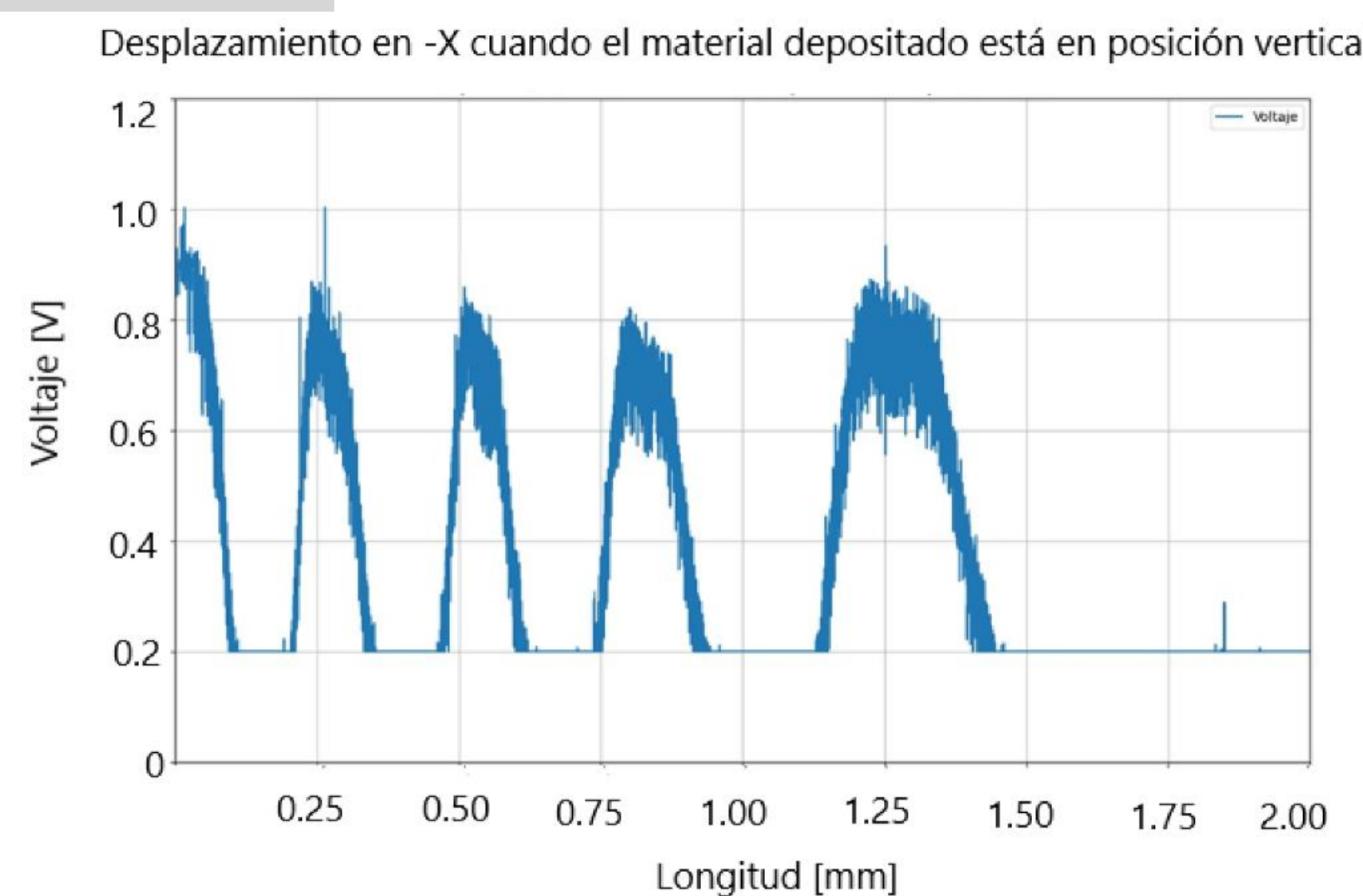


Figura 6. Desplazamiento de dos milímetros en -X. Lente convergente colocado.

Tercer Barrido

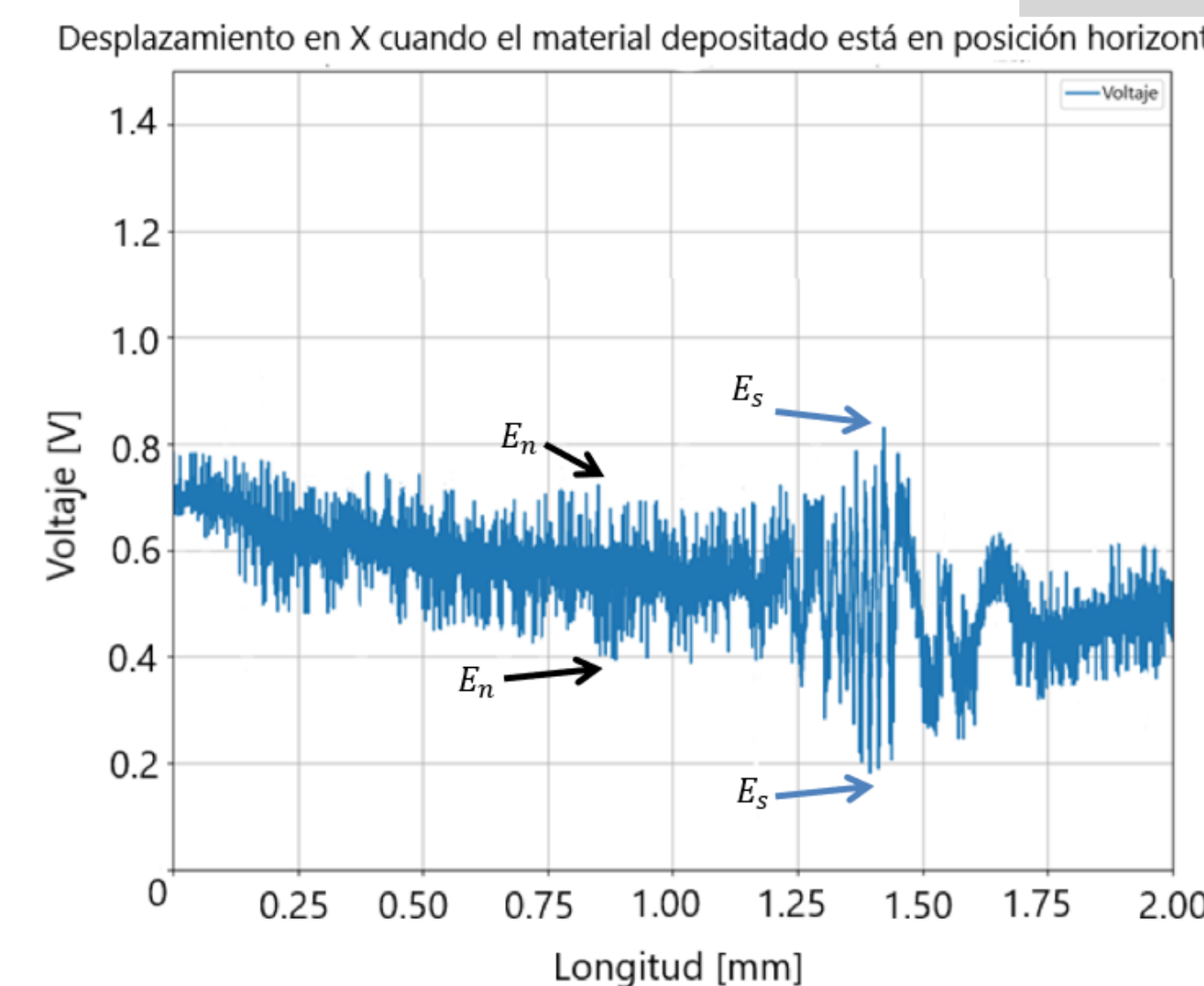


Figura 9. Desplazamiento de dos milímetros en X. Lente convergente no colocado.

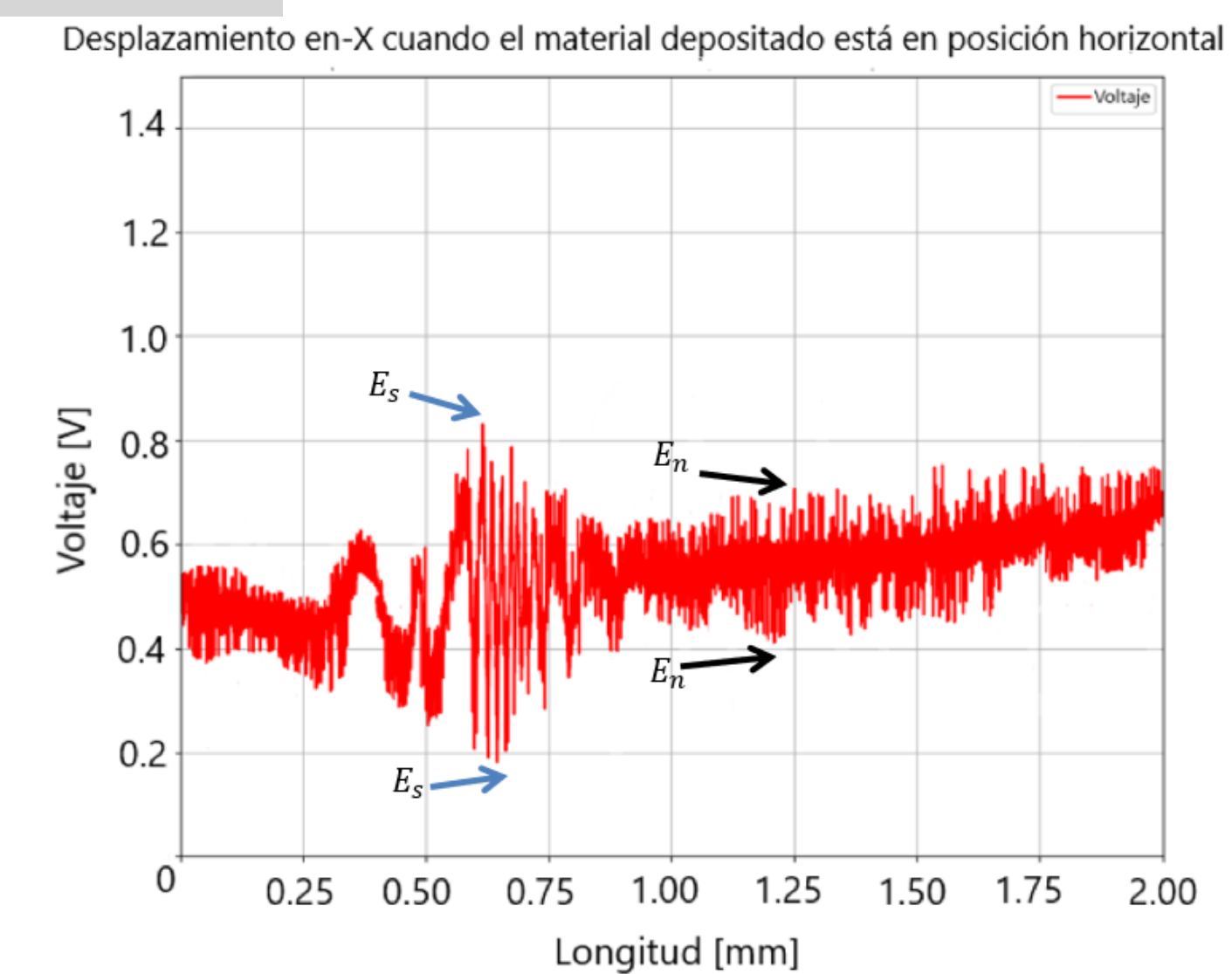


Figura 10. Desplazamiento de dos milímetros en -X. Lente convergente no colocado.

Segundo Barrido

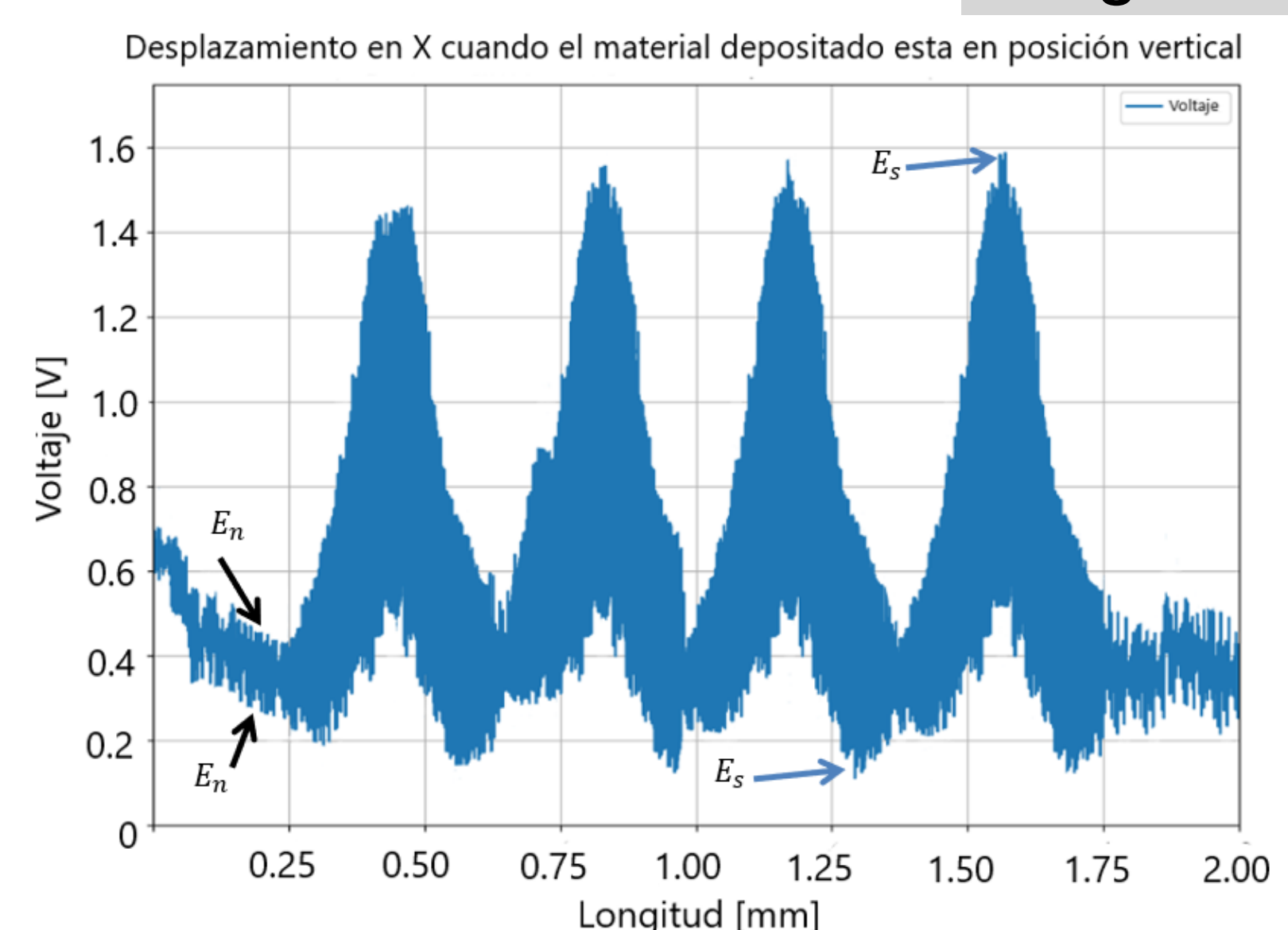


Figura 7. Desplazamiento de dos milímetros en X. Lente convergente no colocado.

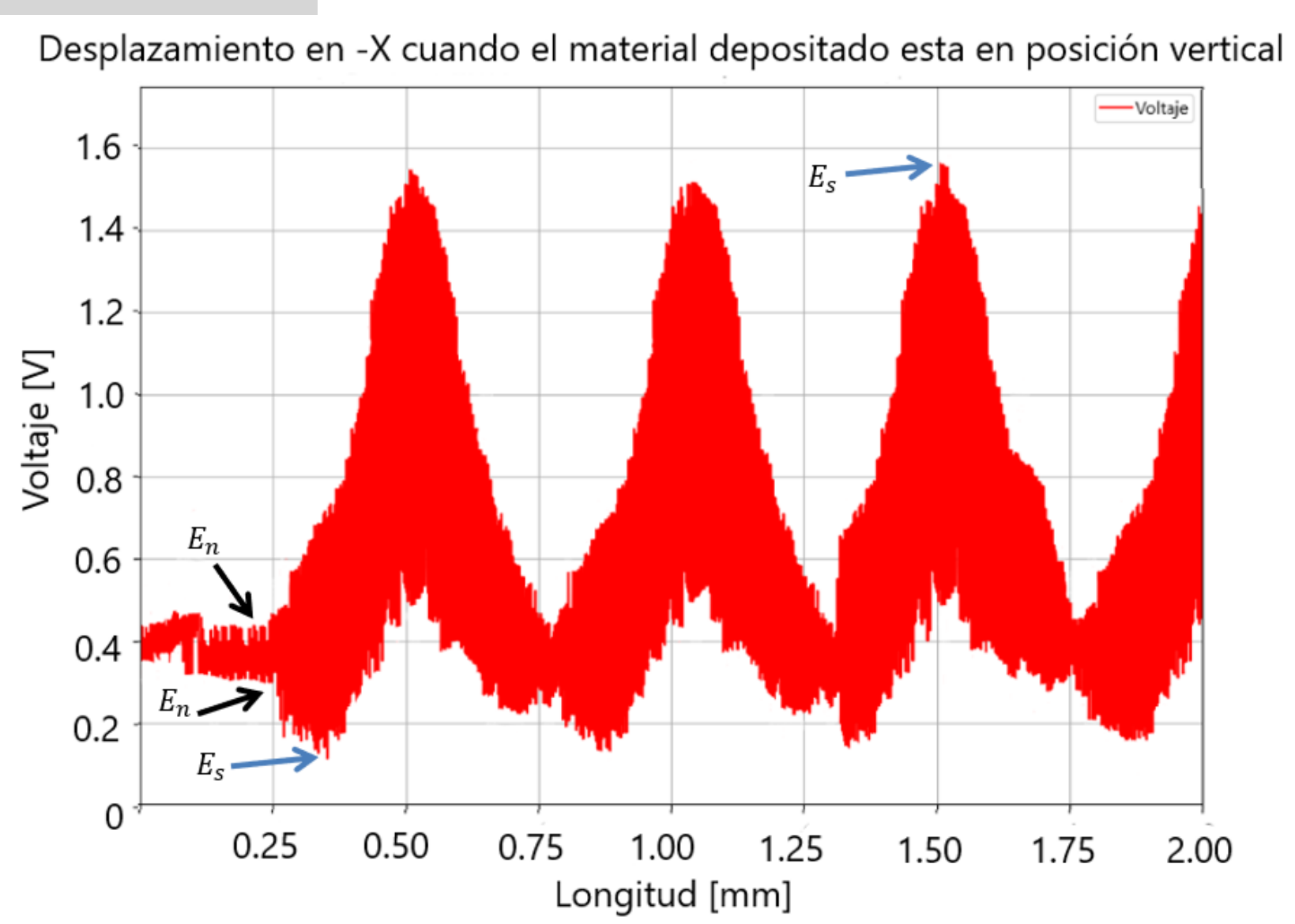


Figura 8. Desplazamiento de dos milímetros en -X. Lente convergente no colocado.

Cuarto Barrido

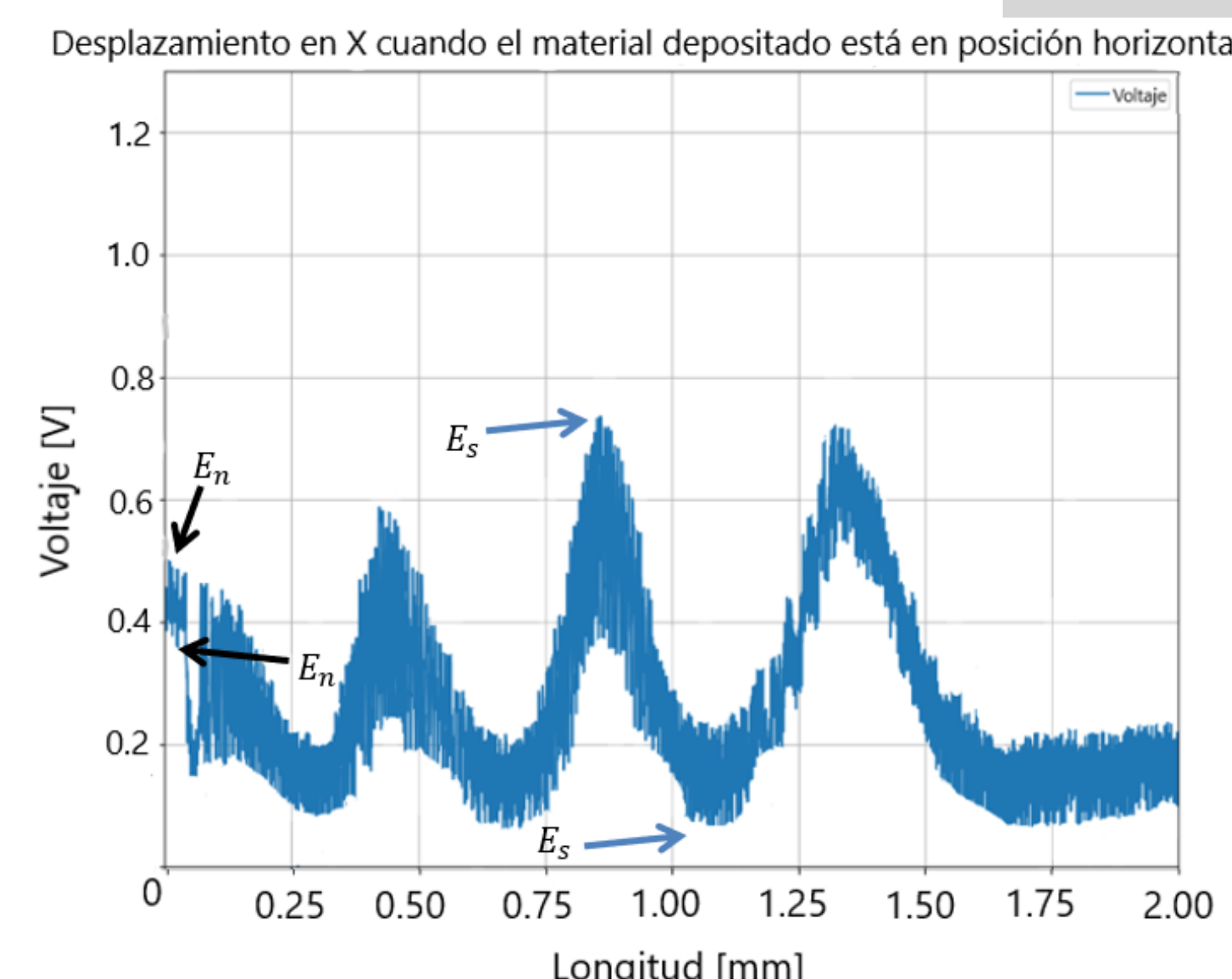


Figura 11. Desplazamiento de dos milímetros en X. Lente convergente colocado.

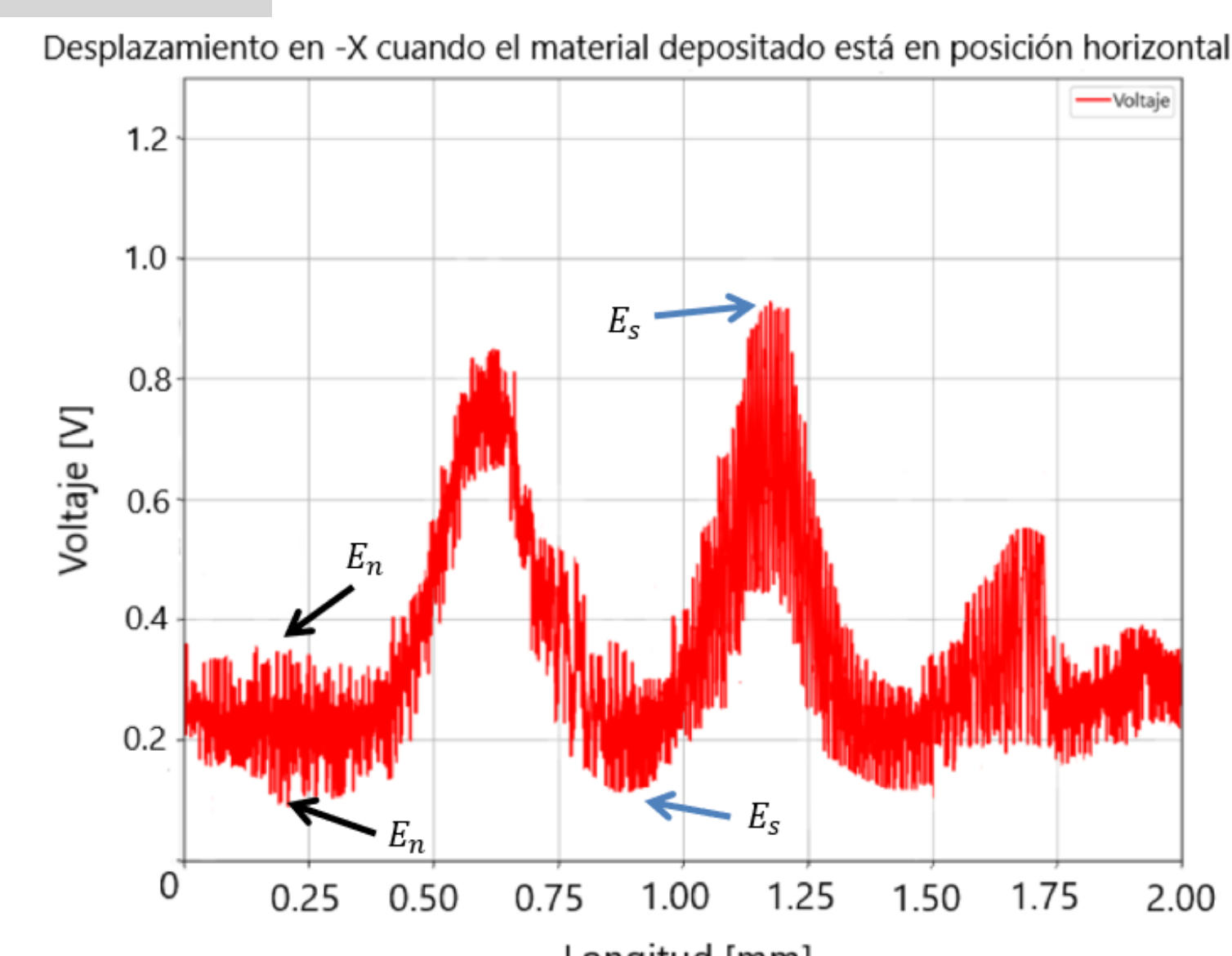


Figura 12. Desplazamiento de dos milímetros en -X. Lente convergente colocado.

Relación señal ruido (SNR)

$$SNR = 20 \log \left(\frac{E_s}{E_n} \right) (dB)$$

Dónde,

$$E_s = \frac{(V_{max s} - V_{min s})^2}{2}$$

y

$$E_n = \frac{(V_{max n} - V_{min n})^2}{2}$$

Por lo que,

$$\bar{x}_{sr} = \frac{38.70 dB + 46.20 dB + 12.88 dB + 15.26 dB + 28.00 dB + 21.46 dB}{6} = 27 dB$$

Conclusiones

El dispositivo-sensor detectó tanto las franjas del material depositado en la rejilla Ronchi como imperfecciones no visibles a simple vista. Las franjas se identificaron por fluctuaciones en la intensidad del voltaje, mientras que las imperfecciones no visibles se evidenciaron mediante el paso de franjas de interferencia. Se comprobó que las franjas de la rejilla Ronchi no son uniformes. Aunque se detectó ruido, este no afectó significativamente la medición, logrando una relación señal-ruido (SNR) de 27 dB, calculada a partir de los valores promedio de las mediciones de cada desplazamiento.

Referencias

- [1] D. Malacara. Fundamentos de la óptica geométrica. En: *Óptica Básica*. Fondo de Cultura Económica, México, (2015) 23-52.
[2] E. Hecht. Interference. En: *Optics*, 5th Edition, Global Edition, Pearson Education Limited, London, (2017) 398-452.

Agradecimientos

A la DGAPA-UNAM, por el apoyo brindado a través del financiamiento del proyecto PAPIIT IT104123.