

Sistema de Enfoque Automático para Espectroscopía de Plasma Inducido por Laser (Libs)

Manuel Cerna^{1,2}, Daniel Magalhães¹, Débora Milori²

1 EESC-USP, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil

2 Embrapa Instrumentação, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, São Carlos, SP, Brasil

e-mail: manuel.cerna@usp.br

La espectroscopia de plasma inducido por láser (LIBS, Laser-Induced Breakdown Spectroscopy) es una técnica de análisis químico elemental que utiliza un láser pulsado para inducir la generación de plasma en una muestra, después de algunos microsegundos el plasma da paso a la emisión de los espectros característicos de los elementos del material [1, 2]. LIBS tiene interesantes ventajas frente a los métodos de análisis químico [3].

Hace varios años la EESC-USP junto con Embrapa Instrumentação están desarrollando una plataforma robótica autónoma para realizar análisis espectroscópicos en terrenos agrícolas. Sin embargo, para automatizar un sistema LIBS se hace imprescindible contar con un sistema automático de focalización tanto de los pulsos de disparo, como del telescopio de colecta de señal, siendo también deseable su simplicidad, tamaño reducido y bajo consumo energético. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño de un sistema simple de enfoque automático para ser implementado posteriormente como parte de un sistema LIBS embarcado.

El sistema implementado utiliza un láser de diodo, cuyo haz se focaliza sobre una muestra de prueba usando una lente convergente [4]. Dicha lente puede desplazarse mediante un actuador lineal de 0.15 mm de paso

controlado mediante Matlab®. Utilizando una webcam y un montaje de telescopio reflector se capturan imágenes del haz incidiendo sobre la muestra, procesándolas con Matlab®. El enfoque óptimo se logra cuando se minimiza el área irradiada por el láser, esta posición óptima provee la información que permitirá posteriormente enfocar tanto el láser de disparo como el sistema de colecta de la señal LIBS. El algoritmo implementado determina el tamaño de la zona irradiada mediante la transformada de Hough. Al realizar un barrido con el lente de enfoque se obtiene una tabla posición – área irradiada, que mediante una regresión polinomial proporciona finalmente la posición óptima. El sistema alcanzó una precisión de unos 10 mm en la determinación de la posición de la muestra cuando esta se ubicó en torno a 100 cm de distancia; y de cerca de 3 mm cuando la distancia fue de 50 cm. El proceso de enfoque tardó 2 a 3 segundos trabajando con una rapidez de 48 pasos/s. La cintura del haz de enfoque varió aproximadamente entre 700µm e 500µm en las condiciones descritas. Se espera aumentar sustancialmente la precisión y rapidez perfeccionando el actuador lineal y el algoritmo de control, así como evaluar el desempeño ante muestras en movimiento, con diferentes geometrías y texturas.

Keywords: LIBS a distancia; enfoque automático;

References

- [1] G. Galbács, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 407, 7537–7562 (2015).
- [2] G. Senesi, *Earth-Science Reviews* 139, 231-267 (2014).
- [3] J. Rakovský, P. Čermák, O. Musset, P. Veis, *Spectrochimica Acta Part B* 101, 269–287 (2014).
- [4] F. Fortes, J. Moros, P. Lucena, L. Cabalín, J. Laserna, *Analytical Chemistry* 85, 640–669, (2013).