

# Modelado y Calibración

Modelado y Calibración de un Sistema de Medición de Fuerzas y Centro de Masa

**Pablo Delgado,  
Rafael Del Vasto,  
Anayansi Escobar,  
Daniel Guevara,  
Raúl Palacios,  
Raúl Perea,  
Erick Rodríguez**

**Dr. Rony Caballero**

Tutor

Facultad de Ingeniería Eléctrica  
Universidad Tecnológica de Panamá



El método incluye la utilización de cuatro sensores de fuerza Flexi Force ubicados cada uno en las esquinas de una plantilla de calibración, tiene un circuito electrónico de amplificadores operacionales en cada sensor. Éstos se utilizan para medir fuerzas dinámicas o estáticas, de hasta 1000 lbs., a un bajo costo. Con la medición de las fuerzas en cada uno de los puntos de la plantilla de calibración se realiza el cálculo, en tiempo real, del centro de masa (CM), el factor de corrección de alineamiento basado en el método de mínimos cuadrados y en el análisis de inferencia estadística.

Los sensores Flexi Force, son ideales para los diseñadores e investigadores, que necesitan medir fuerza. La construcción del sensor Flexi Force se basa en una

capa muy delgada, con características superiores en cuanto a linealidad, histéresis, temperatura con respecto a otros sensores de fuerzas de espesores delgados. Con capacidad de sensar áreas de 0.375" y fuerzas, hasta 1000 lbs., más económicos y con la misma confiabilidad que otros sensores de mayor costo y confiabilidad similar. Los sensores son contruidos de dos capas de substratos. Éstas tienen un material conductor de plata y son terminados con un PIN cuadrado para que se pueda conectar en un circuito externo. La longitud del sensor es normalmente de 2", 4" y 6".

En el sensor Flexi Force se miden las fuerzas perpendiculares al plano del sensor. Ésta es una característica importante para éste experimento

que desea estimar la fuerza aplicada y estimar el centro de masa. Los sensores son sencillos de integrar a una aplicación. Un ejemplo típico es a través de un amplificador operacional inductor, donde la RF es la resistencia del sensor.

Con la medición de las fuerzas en cada uno de los puntos de la plantilla de calibración se realiza el cálculo, en tiempo real, del centro de masa, la constante de regresión de la fuerza de reacción vertical en base al método de mínimos cuadrados y el en análisis de inferencia de estadísticas del proceso.

Durante el desarrollo de este experimento se consideró que el único ruido que interviene es el ruido gaussiano con la característica  $N(0, \_2)$ .