

Capítulo 3

Objetivo y soluciones propuestas

3.1 Objetivo

El objetivo del presente proyecto es realizar un estudio estadístico de las medidas obtenidas tanto en régimen estacionario como ante vibraciones del pavimento, así como la obtención de un algoritmo que permita llevar el cómputo de las unidades de salida en ambos casos a partir de dichas medidas, con el nivel de confianza exigido y la prueba y validación de mismo.

No son objeto de estudio en este proyecto las características mecánicas o tecnológicas de la instalación o sus posibles mejoras ni la implementación de ese algoritmo en ningún lenguaje de programación concreto. Tampoco la detección o eliminación de perturbaciones temporales o transitorios en las medidas ni el cómputo de unidades de pesos variables.

Las especificaciones indicadas por la empresa DIGISENS © para el objetivo son las siguientes:

- Nivel de significación: 1%
- Incremento instantáneo máximo del número de unidades: 5
- Peso máximo 2000 Kg.

3.2 Soluciones propuestas

Existen diferentes algoritmos para la detección de cambios de la media de un proceso. Algunos de ellos ya han sido probados y otros no son apropiados. A continuación se describen los más importantes y sus particularidades.

Detector de Hinkley / Detector de Hinkley Multinivel

El detector de Hinkley es un método de detección de pequeñas desviaciones de la media (pequeñas en comparación con la desviación típica) que integra las desviaciones de los datos siempre que estas sean mayores que un valor μ . El test detecta que la media ha cambiado cuando el valor de la integral supera un umbral ε .

Una de las variantes de este método, el Detector de Hinkley Multinivel, ha sido probada en la báscula del laboratorio de la Hochschule Konstanz y se está tramitando la patente del algoritmo a que ha dado lugar.

Este método, sin embargo, no utiliza los datos históricos para la evaluación del test, por lo que se requiere otro algoritmo que sí que permita una comprobación “*offline*” al final del ejercicio.

Método del operador gradiente

El método del operador gradiente realiza la regresión de un número determinado de medidas previas. Si el gradiente de la regresión supera un cierto umbral, se genera una alarma.

Este método es utilizado típicamente en estudios biológicos para localizar “eventos” o cambios inusuales en las lecturas de control. Aunque es bueno para detectar cambios

bruscos, no proporciona información sobre la magnitud de esos cambios, sólo sobre la velocidad con que suceden, por lo que no resulta apropiado para la báscula de cómputo.

Test estadístico para el control de calidad

Los test estadísticos de control consisten en un seguimiento de una variable estadística comprobando que su valor permanece dentro de unos límites de control. Cuando la variable toma un valor fuera de los límites de control se produce una alarma. En un caso como el de la báscula de cómputo dichas alarmas deben indicar el cambio del peso que contiene, por lo que hay que asegurar que no se producen muchas alarmas fuera de lugar (Errores tipo I) y eso se traduce en un nivel de confianza alto.

Por otro lado, cuanto mayor es el nivel de confianza, mayor es la probabilidad de que el test no tenga efecto y no detecte los cambios del valor esperado de la variable de control (probabilidad del Error tipo II). Cuando el cambio que queremos detectar es muy pequeño en comparación con el intervalo de control, la probabilidad de Error tipo II es muy grande. Por tanto, este tipo de test puede ser útil sólo en los casos en que el cambio a detectar sea grande en comparación con el intervalo de control. A efectos prácticos, será útil cuando la desviación típica de la variable controlada sea pequeña comparada con el cambio a detectar.

En el caso de la báscula se verá que el cambio de peso a detectar es mucho menor que la desviación típica de las medidas obtenidas por los sensores, por lo que el test no es aplicable directamente. Sin embargo, si se usa como variable de control la media muestral de una muestra suficientemente grande, la desviación típica se puede hacer lo suficientemente pequeña. Es el caso del *test doble sigma* que se explica a continuación.

Test doble sigma

El *test doble sigma* fue desarrollado en Hamburgo a principios de la década de los 90 para la detección de cambios significativos en las medidas de calidad del agua. Utiliza la media muestral como variable de control y considera que hay un “evento” o cambio del valor esperado cuando la media muestral se separa del valor esperado estimado más del doble de su desviación típica.

Este test podría ser apropiado para el caso de la báscula de cómputo para ciertos tamaños muestrales que habría que calcular. Sin embargo, el tamaño de intervalo 2σ no nos asegura en principio el nivel de confianza exigido.

Tras el estudio estadístico en el capítulo siguiente, se verá que el tamaño 2σ no es suficiente para cumplir las especificaciones y se elegirá una variación de este test con una región de control de tamaño adecuado.