Metodología Probabilística para explorar el óptimo de una superficie de respuesta basada en su forma cuadrática

Autor: Mayra Alejandra Hernandez Granados, Director de tesis: Manuel Roman Piña Monárrez
Universidad Autónoma de Ciudad Juarez, Maestría en Ingeniería Industrial.

Resumen

Los métodos de optimización en la industria son importantes para reducir costos, aumentar producción y maximizar o minimizar variables funcionales. Así, encontrar la combinación de las variables que nos de la respuesta óptima de un proceso puede llevar a grandes ahorros o mejoras en los procesos. Para esto generalmente se hace uso de la metodología de superficie de respuesta, ya que esta es un conjunto de técnicas estadísticas que modelan un problema en los que la respuesta depende de múltiples variables y nos permite encontrar el óptimo del proceso. En el presente trabajo se hace uso de la forma cuadrática del polinomio de superficie de respuesta para determinar los parámetros de distribución de probabilidad que la representan y de esa forma modelar probabilísticamente el comportamiento del proceso a través del tiempo.

Planteamiento del problema

Actualmente la industria busca tener procesos que sean capaz de cumplir la necesidad que tenga su cliente con la mejor calidad y a su vez cumpliendo con todas las normas de higiene, seguridad y laborales. Para tener un proceso que sea eficiente se requiere saber como se comportan las variables que afectan al producto y modelarlas en función del tiempo para conocer que variables podemos modificar como parte de las actividades de mejora continua.

Justificación

Las actividades de la mejora continua buscan identificar e implementar mejoras en los productos que se ofrecen al cliente así como a sus procesos industriales con el fin de incrementar la productividad de las empresas. Por esa razón los métodos de optimización de proceso son importantes por diversas razones como reducir costos, aumentar la producción, maximizar o minimizar variables, obtener rangos funcionales de proceso, reducir la varianza, etc. De tal forma mediante los métodos de optimización se desea encontrar la combinación de las variables que nos de la respuesta óptima para un proceso. Sin embargo, las metodologías que existen hasta ahora no manejan una relación directa de un polinomio cuadrático con una distribución de probabilidad, y por lo tanto no se puede predecir probabilísticamente cómo se comportará el proceso a futuro.

Objetivo

Hacer uso de la forma cuadrática del polinomio de superficie de respuestas para determinar los parámetros de la distribución de probabilidad, la cual se usa para pronosticar como se va a comportar el óptimo a través del tiempo o a través de un medio ambiente dinámico en el cual opera el producto o proceso analizado.

Introducción

La Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) fue introducida por Box y Wilson en 1951[1], la cual es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en los que una respuesta de interés depende de diversas variables y donde el objetivo es optimizar esa respuesta [2]. Es común que en la industria se deseé estudiar la calidad de un producto que depende de un conjunto de factores o variables que pueden ser controlables o no, como se observa en la figura 1.

Figura 1. Variables que intervienen en un proceso

En la figura 2, podemos observar un ejemplo de una superficie de respuesta para optimizar la humedad y temperatura para alcanzar el mejor confort [3]. Para realizar la búsqueda de un óptimo en la metodología de superficie de respuesta se debe escoger un diseño experimental que se ajuste al objetivo del proyecto, al numero y al tipo de variables existentes. Entre ellos se encuentran los diseños para ajustar un modelo de regresión de primer y segundo orden.

Introducción

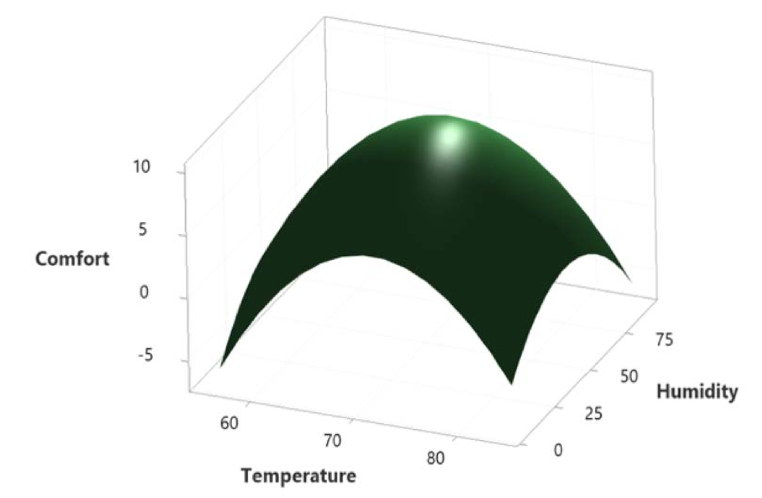

Figura 2. Ejemplo de superficie de respuesta

En este trabajo nos enfocaremos en los diseños de segundo orden ya que en la mayoría de los procesos industriales existen efectos de interacción entre las variables.

Para explorar el óptimo de una superficie de respuesta a través del tiempo se hará uso de procesos estocásticos. Un proceso estocástico es cualquier proceso que describe la evolución en el tiempo de un fenómeno aleatorio. Desde un punto de vista matemático, la teoría de los procesos estocásticos se estableció alrededor de 1950. Desde entonces, los procesos estocásticos se han convertido en una herramienta común para matemáticos, físicos, ingenieros, y el campo de aplicación de esta teoría va desde la modelación de precios de acciones, a una teoría racional de precios de opciones, y a la geometría diferencial [4, 5].

Metodología

Realizar el diseño de experimentos para el proceso a analizar y ajustar el polinomio de superficie de respuestas

Modelar el óptimo mediante los eigenvalores de la forma cuadrática del polinomio de superficie de respuestas

Obtener datos estadísticos para encontrar la distribución de probabilidad adecuada haciendo uso de procesos estocasticos

Pronosticar el comportamiento del óptimo a través del tiempo.

Resultados esperados

1 Desarrollo de la metodología probabilística planteada.
2. Aplicación de la metodología desarrollada a al menos un caso práctico de la industria de la región de Ciudad Juárez
3. Publicación de un artículo de difusión en revista arbitrada.
4. Documento de tesis para obtención del grado de Maestría

Referencias

[1] Bacio, L. (2007) *Optimización multi-objetivo en el problema de metodología de superficie multi-respuesta* [Tesis de maestría no publicada] Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.
[2] Montgomery, D.. (2005). Diseño y análisis de experimentos. New York: Limusa Wiley.
[3] Shaheen Ahmed. Response Surface Methodology. 2021, de The Open Educator Sitio web: https://www.theopeneducator.com/doe#h.hvkbiy7cvbwv
[4] F. Baudoin. (2010). Stochastic Processes. En International Encyclopedia of Education (451-452), Elsevier.
[5] Hossein, Taha, Bashiri, M., Díaz-Garcia, J., & Noghondarian, K.. (2012). Optimization of probabilistic multiple response surfaces. Applied Mathematical Modelling, 36, pp. 1275-1285