

Diseño Robusto

Método de la ingeniería de calidad ideado por Gen'ichi Taguchi a principios de los años 50. En vez de reducir las variaciones del proceso de producción (comprando mejor maquinaria, aumentando su mantenimiento, etc.) se centrará en la fase de diseño de un producto, de manera que sea insensible a las fuentes de variabilidad, es decir, robusto. Generalmente este enfoque para mejorar la calidad será considerablemente más económico. Además buscará siempre sobrepasar las expectativas del cliente para dar importancia a aquellos parámetros que le interesen el cliente y ahorrarse dinero en otros que no le interesen. Es necesario determinar las causas que pueden provocar variaciones en un proceso ya que además determinan la capacidad (formas de procesar las piezas, calidad de la materia prima, mantenimiento, etc.), no perder de vista las causas del entorno donde se fabrica el producto (componentes humanos, condiciones ambientales) y estar atentos a los distintos parámetros interno del producto (deterioros, envejecimientos, etc.). Estas causas o factores que afectan al producto son los factores de ruido o de distorsión y los factores de control. Una vez determinadas estas causas y obtenidos los factores de control, se diseña un nuevo producto cuyas propiedades se vean menos afectadas por estos factores de variabilidad.

Etapas del diseño robusto

Podemos clasificar las distintas etapas en tres pasos:

- **Diseño del producto:** En esta etapa se planteara el producto siguiendo las expectativas del cliente.
- **Diseño de los procesos:** Se aclarara como y de qué manera fabricar el producto diseñado en la etapa anterior.
- **Producción:** Se empezara a fabricar el producto en sí, controlando las causas asignables. Una vez en este proceso ya no se podrán tomas medidas contra las distintas causas de variabilidad.

| Fases de Desarrollo de un Producto | Causas de variabilidad (Ruido) | | |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------|
| | Externas (Ambiente) | Internas (Deterioro) | Producción (Fabricación) |
| Diseño del Producto | ○ | ○ | ○ |
| Diseño del Proceso | X | X | ○ |
| Proceso de Producción | X | X | ○ |

○ Contraindicaciones Posibles

X Imposibilidad de contraindicaciones

Metodología del diseño robusto

1- Diseño del sistema: Consiste en el diseño conceptual o funcional del producto con el objetivo de responder a las necesidades del cliente.

2- Diseño de parámetros: Consiste en el cálculo de los valores de los distintos factores de control que minimicen la variabilidad de las características de calidad del producto, esta será la fase más importante por lo que la desarrollaremos en profundidad en el siguiente apartado.

3- Diseño de tolerancias: Se fijan tolerancias estrechas a aquellos elementos que se ha determinado su influencia en la variabilidad final, y un amplio margen de tolerancias para el resto de los elementos.

Diseño de parámetros

Consiste en una estrategia de experimentación durante la etapa de diseño mediante la que se determinan los niveles de los factores de diseño que permiten obtener productos con la menor variabilidad posible y con sus características de calidad lo más cercanas al valor nominal deseado. Los factores que estudiaremos durante esta etapa de experimentación

serán los factores de control y los factores de ruido definidos anteriormente. Tras el estudio concluiremos que es posible conseguir una mejora en la variabilidad del proceso si se da uno de estos dos casos:

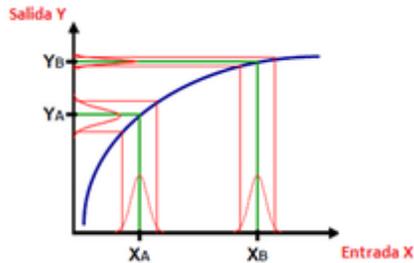


Gráfico de respuesta no lineal

- Existen interacciones entre los factores de control y los de ruido (implicaría que es posible reducir el efecto producido por el ruido sobre los productos finales modificando los factores de control). Esta condición se detectara utilizando experimentos factoriales.
- La relación obtenida entre los factores de control y la respuesta no es lineal (implica que la forma en que se transmite la variabilidad entre los factores y el producto final dependerá del nivel en el que tengamos estos factores, si fuera lineal la transmisión sería igual para todos los niveles). Para detectarlo será necesario el uso de diseños factoriales de tres o más niveles.

Los dos casos que hemos explicado anteriormente podremos detectarlos experimentando con una matriz de diseño adecuada con la que estimaremos un modelo del tipo:

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i \cdot X_i + \sum \beta_{ij} \cdot X_i \cdot X_j + \sum \beta_k \cdot Z_k + \sum \beta_{kl} \cdot Z_k \cdot Z_l + \sum \beta_{ik} \cdot X_i \cdot Z_k + \epsilon$$

A partir de los efectos significativos β_{ik} podremos seleccionar los factores de control X_i para conseguir mayor robustez frente a los factores de ruido Z_k

Cuando los factores de control X_i sean significativos y no interaccionen con los factores de ruido podremos llevar sus respuestas a un valor nominal.

Conocer la significación de los efectos de los factores de ruido (β_k) puede ser útil para replantear un nuevo diseño del producto.

Existen tres formas para obtener los valores de los factores significativos que optimicen el proceso:

- Diseñar por separado las matrices para los factores de control y para los factores ruido y cruzar las dos para dar lugar a una matriz producto. Cabe destacar que esta opción es la más sencilla y la que cuenta con mayor aceptación en la industria.
- Realizar un diseño fraccional de resolución V con todos los factores de control y ruido estudiados conjuntamente.
- Seleccionar diseños especiales de resolución IV que no confundan las interacciones a estudio.