

Metodologías para la mejora y su impacto en los resultados

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Dr. Ing. Martín Tanco



**XIV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción
Madrid, 22 de Octubre 2009**

Índice

- Introducción
- Ventajas del DoE sobre un-factor-a-la-vez
- Historia
- Aplicaciones
- Ejemplo de una aplicación


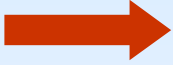
Experimentación

Experimento: Provocar cambios deliberados (pruebas, ensayos) en el proceso, para poder identificar el impacto en la(s) respuesta(s).

- ¿Quiénes experimentan?
 - Todas las personas
 - Todo los tipos de industrias
- ¿Para qué Experimentan?
 - Apagar fuegos
 - Mejorar procesos y productos
 - Factor clave para el éxito – Aprendizaje

El objetivo es presentar el Diseño de Experimentos, sus aplicaciones y sus ventajas para **estimular** el uso de esta herramienta en la industria

Introducción

- Intentar disponer de **datos históricos** para analizarlos
- Analizando los datos del pasado existen riesgos importantes
 - Ausencia de datos
 - Inconsistencia de datos
 - Existencia de variables altamente relacionadas
- Datos históricos  **Escuchar** pasivamente al proceso
- Experimentación  **Conversación activa con el proceso**
- Con la respuesta a las preguntas específicamente dirigidas es más factible de conseguir lo que uno desea conocer del proceso

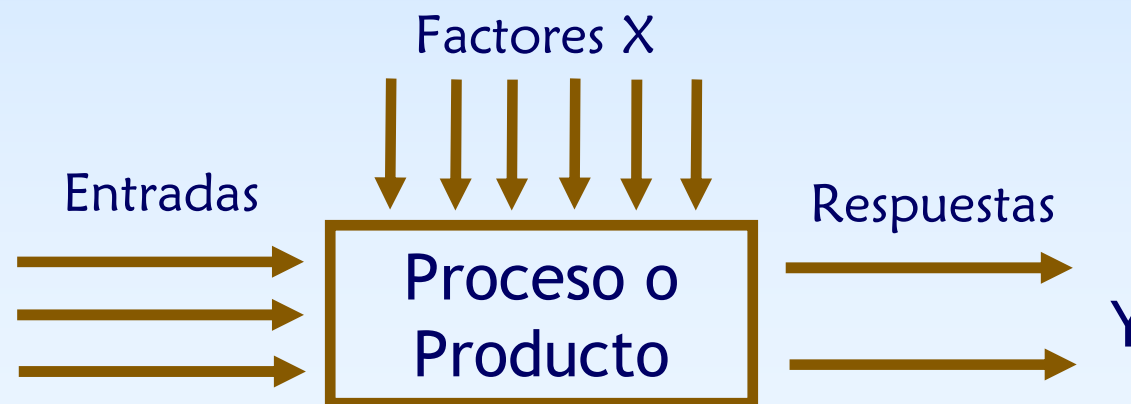
¿Cómo se Experimenta?

Existen básicamente tres **estrategias** para experimentar

- **Mejor Acierto: Prueba y error**
- **Un-factor-a-la-vez (OFAT):** Método científico que modifica una variable a la vez para visualizar el efecto de cada variable en la respuesta
- **Diseño de Experimentos:** Metodología para aplicar sistemáticamente la estadística al proceso de experimentación

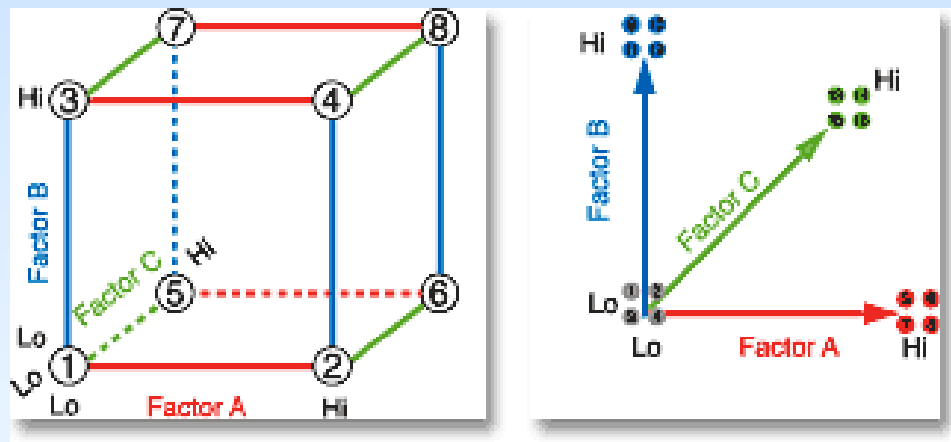
Definiciones

- Consiste en realizar una serie de pruebas en las que se inducen cambios deliberados a las variables de un proceso para poder identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida elegida (Montgomery 2005)
- Técnica estructurada para poder eficientemente caracterizar, mejorar y optimizar un proceso o producto a través de la recolección, análisis e interpretación de los datos (Box et al. 2005)



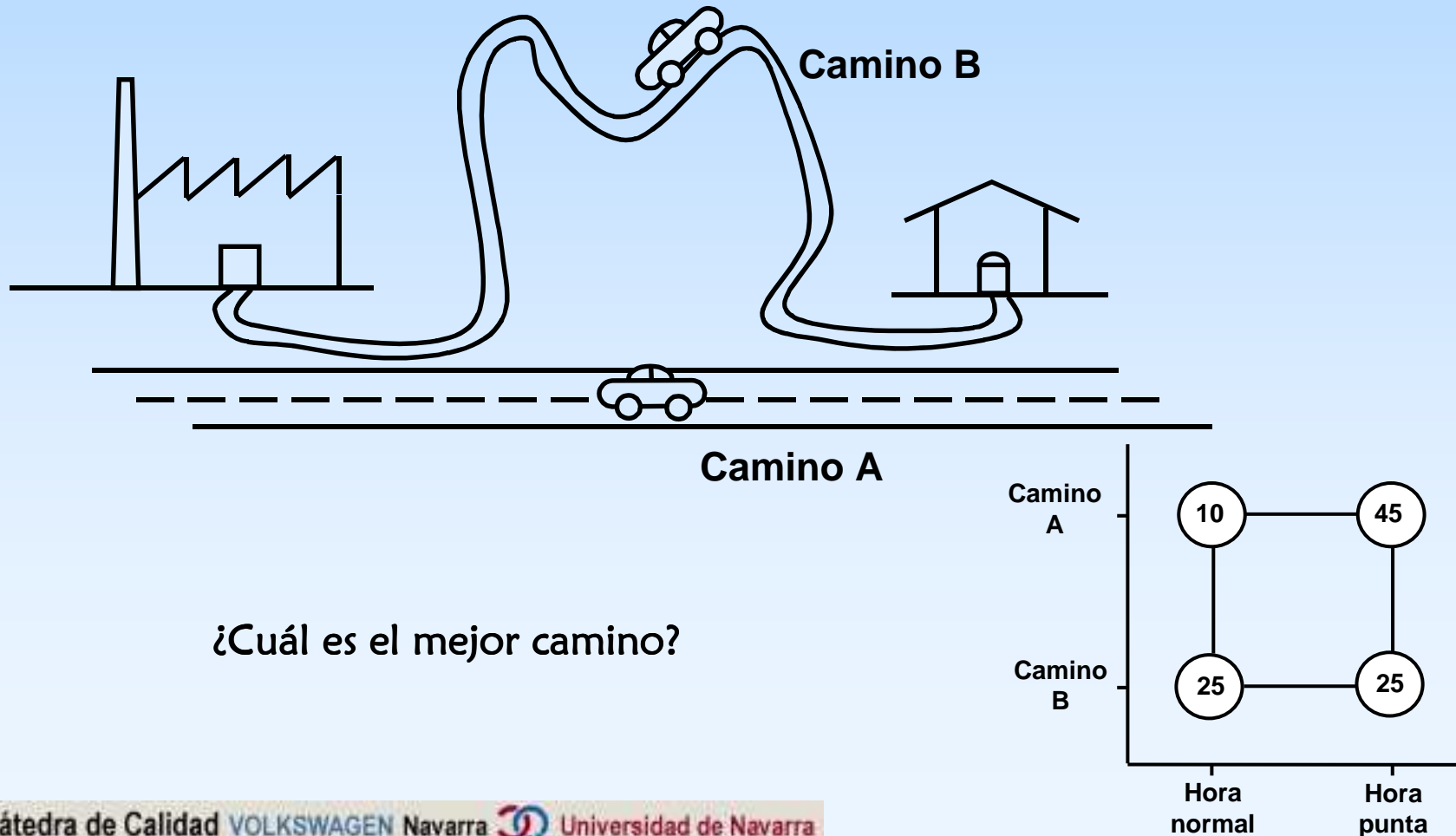
Ventajas del DOE

- Requiere menos recursos (pruebas, tiempo, material) para la cantidad de información obtenida
- La estimación de los efectos es mucho más precisa
- Otorga información experimental en una zona más amplia



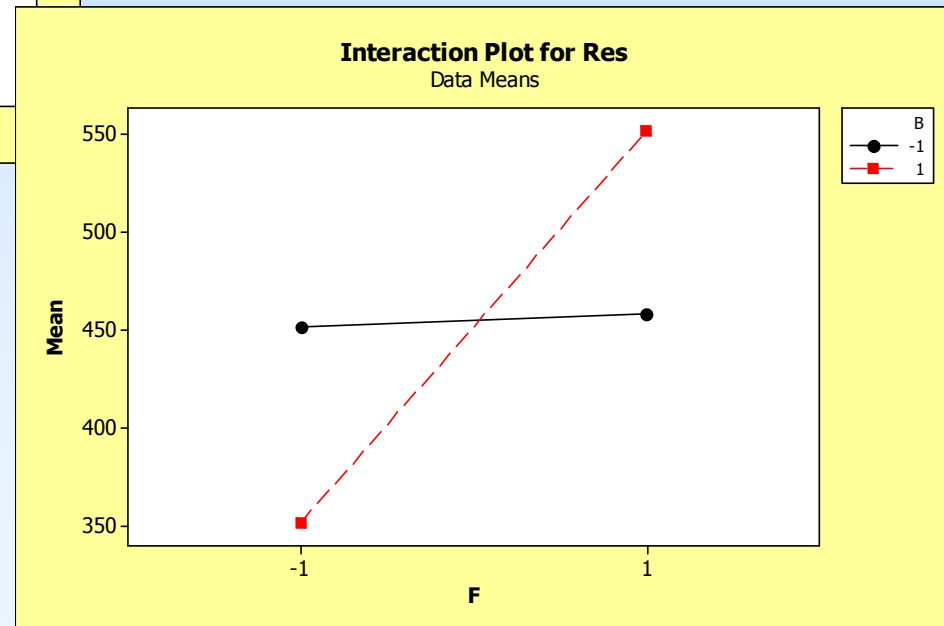
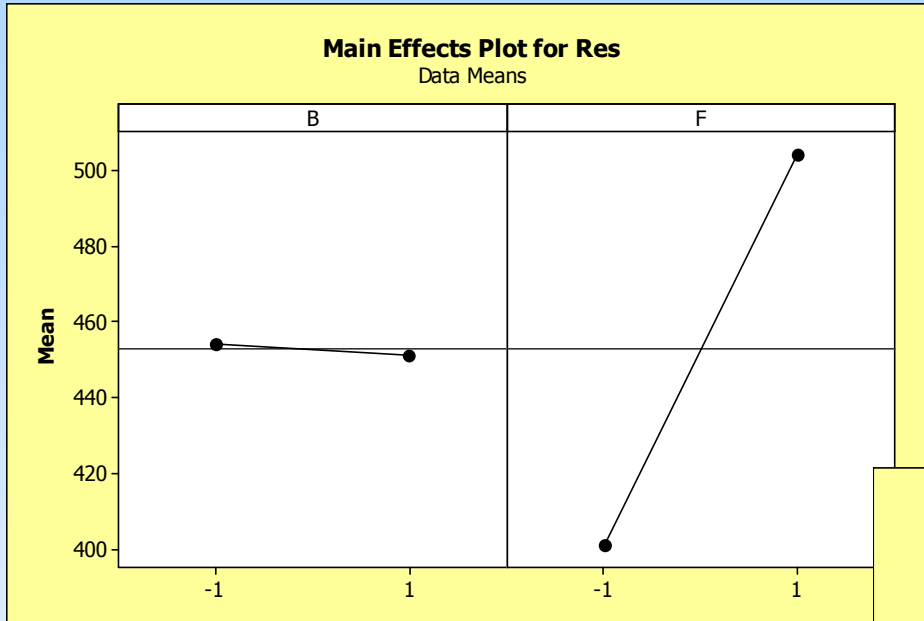
Ventajas del DOE

- Las **interacciones** entre los factores pueden ser estimadas
- Previene de la obtención de **sub-óptimos** de la respuesta

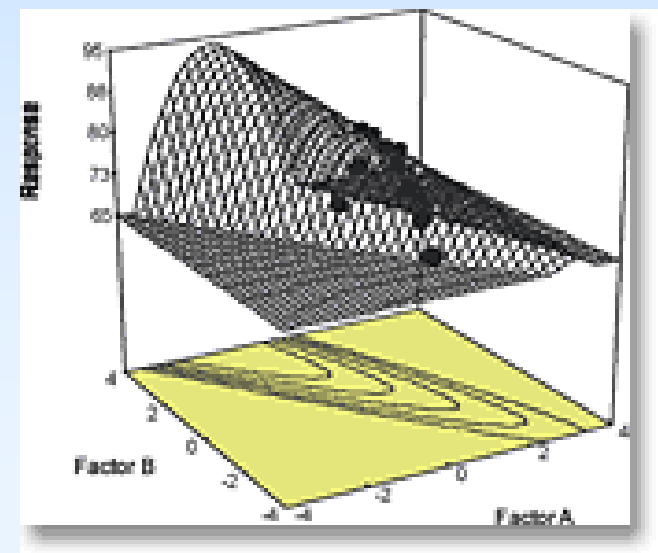
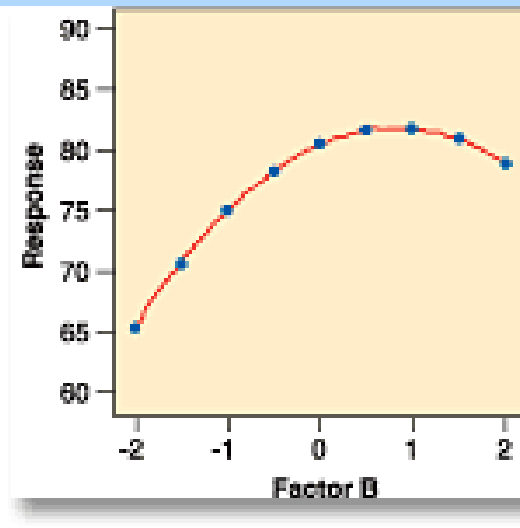
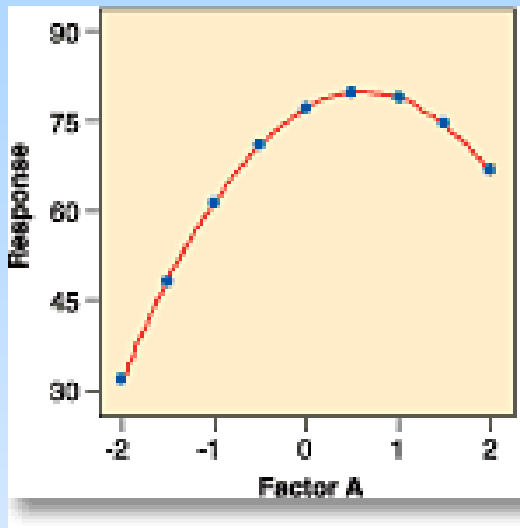


Ventajas del DOE

EJEMPLO PIENSOS



Ventajas del DOE

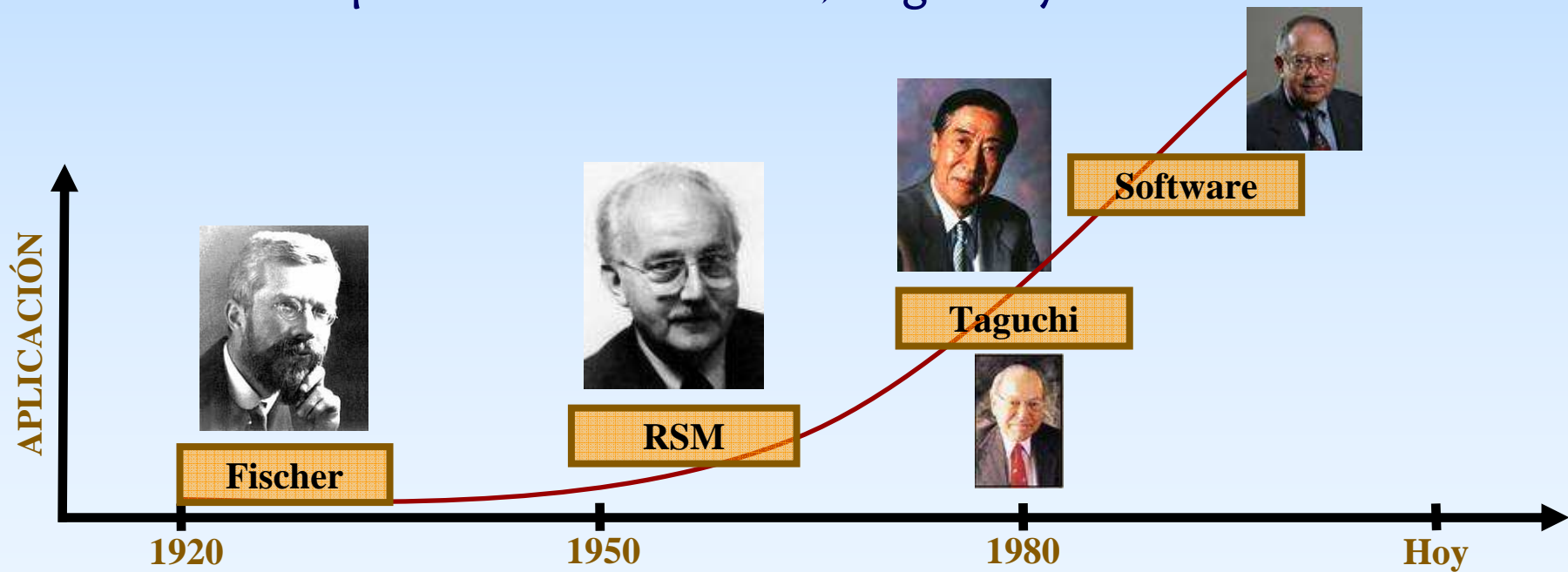


Excusas para no aplicar DoE

- “Siempre hemos experimentado con un-factor-a-la-vez”
- “Experimentamos de a un factor para no confundirnos”
- “Mis datos tienen mucha variabilidad para aplicarlo”
- “Un diseño estadístico llevaría muchos experimentos”
- “No tenemos tiempo”
- “No hay interacciones en el proceso”
- “Nos preocuparemos de la estadística, después de hacer los experimentos”
- “Es muy complicado”
- “Parece genial... Pero, ¿cuando lo puedo aplicar?”
- ...

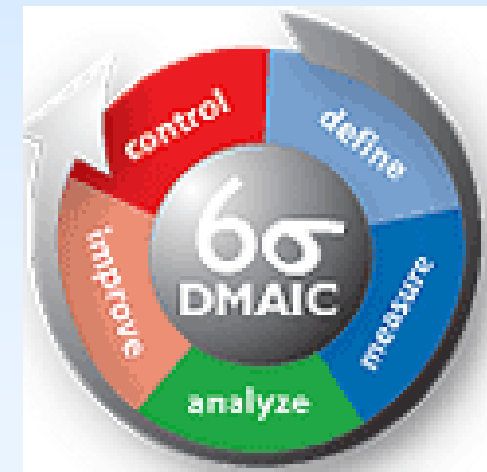
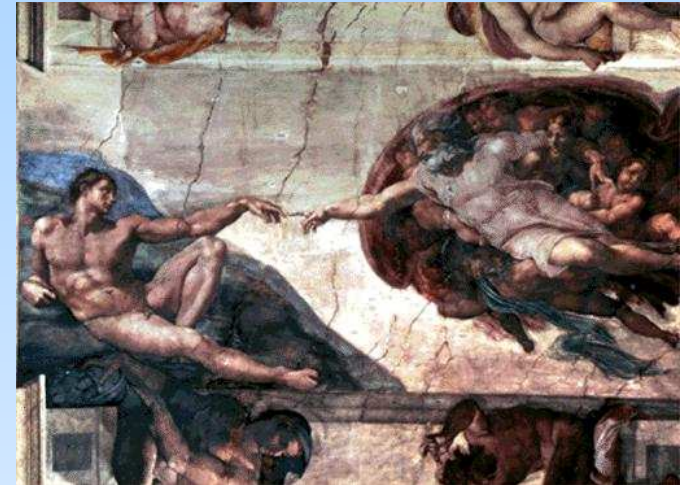
Historia

- Cuatro épocas.
- Comienzos en el 1920, con el trabajo de Sir Ronald Fisher en un plantío de patatas.
- Tres enfoques distintos: Clásico, Taguchi y Shainin



Seis Sigma

- DMAIC: Modelo Estructurado, definido y sistemático
- “In God we Trust, everyone else bring DATA”
- Ofrece amplia gama de herramientas (“Toolbox”)
- Seis sigma ha hecho popular al DoE (Brady 2006)
- El DoE es una herramienta importante para Seis Sigma (Montgomery, 2006)



Aplicaciones

- Se puede aplicar en **todos** los tipos de industria.
- Dentro de la industria se puede aplicar en casi **todas** las áreas. Se utiliza mayormente en I+D y Producción.
- Produce máximos beneficios cuando se aplica al **diseño** de los productos, ya que las mejoras son casi ilimitadas.
- Se aplica también a la **investigación** científica, aunque posee algunas diferencias

Aplicaciones - Empresas

- JOHN DEERE: ahorra anualmente USD 500K¹
- KODAK: mejora la confiabilidad de sus productos²
- CRAYOLA: Aumenta 3,5 veces visitas a web³
- CHEVRON: 50M en ahorro de materias primas⁴
- Automoción – Prácticamente todas...



1 – John Deere, Sci Tech Journal; 2 – Kodak, Metal Forming Journal 1996, 3 – Crayola, Harvard Business Review 2001,
4- Chevron, DoE FAQ Alert 2003

Software/ Libros

EXCLUSIVOS



Design Expert 7.1



DoE PRO XL

CLASICOS



GENERALES

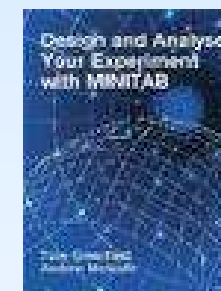


Minitab 15

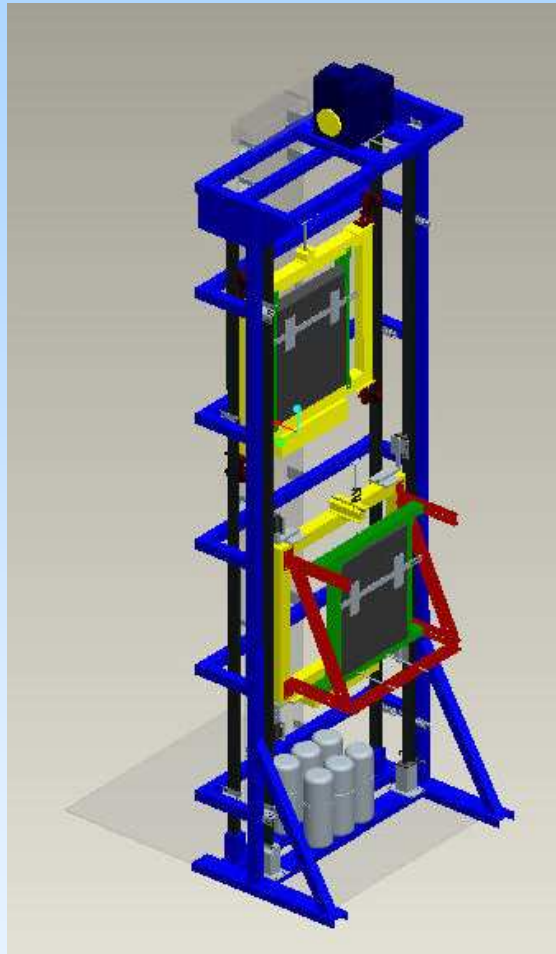


JMP 8.0 /SAS

SOFTWARE ESPECIFICO



Aplicaciones - Caracterización



Banco de Pruebas



Desconocimiento de la influencia de los parámetros en el confort

Respuestas :

Coeficientes de rozamiento

Aceleraciones

Algunos Factores:

Descentramiento de Cargas, Tipo de

Rozaderas, Lubricación, Carga,

Velocidad, Estrechamiento,

An application of Design of Experiments in a real lift test rig, Elisabeth Viles, Martín Tanco, Inge Isasa, Unai Arteche, Xabier Sagartzazu, Quality and Reliability Engineering International, 24,7, In press.

Aplicaciones - Mejora



Soldadura Láser

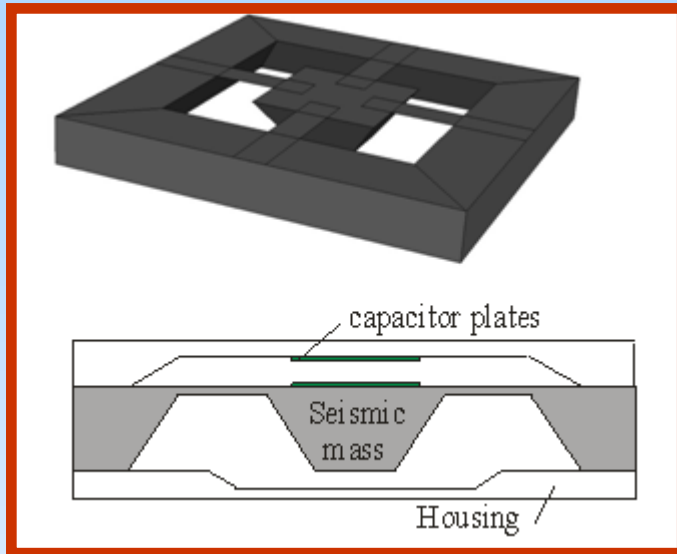
3% defectuosos

Objetivo:
Reducir 50%

Resultado:
Reducción del
97% (0,1%)

Applying Design of Experiments to improve a laser welding process, Martín Tanco, Laura Ilzarbe, Elisabeth Viles,, Ma. Jesus Álvarez, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B, 2009, 222 (8): 1035-1042

Aplicaciones - Optimización



Factores

X_1 : Espesor de la masa sísmica

X_2 : Espesor de los brazos

X_3 : Área de la masa sísmica

X_4 : Largo de los brazos

X_5 : Ancho de los brazos

Maximizar la sensibilidad, para un rango de frecuencias

A computer experiment application to the design and optimization of a capacitive accelerometer. Ma. Jesus Álvarez, N. Gil-Negrete, Laura Ilzarbe, Martín Tanco, Elisabeth Viles, Applied Stochastic Models in Business and Industry 2009, 24(4), pag 417-428

Metodologías para la mejora y su impacto en los resultados

DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Dr. Ing. Martín Tanco



**XIV Congreso de Calidad y Medio Ambiente en la Automoción
Madrid, 22 de Octubre 2009**

Aplicaciones

El DoE se puede utilizar en las industrias para:

- Mejorar los procesos, ya sea mejorando una eficiencia, su confiabilidad o su rendimiento.
- Aprender de los procesos y sus fallos.
- Establecer relaciones de causa-efecto entre las entradas y salidas
- Lograr producciones que cumplan con las especificaciones que sean a su vez robustos a ruidos externos.
- Establecer una región (o ventana) del proceso donde unos factores pueden operar.
- Fijar especificaciones y tolerancias para los productos y procesos.
- Obtener una ecuación polinómicas que modele el comportamiento de la respuesta de un proceso cuando se varían los factores.