

III.- CASO PRACTICO APLICANDO EL METODO DE DISEÑO DE PARAMETROS DE TAGUCHI.

Anteriormente se mencionó que la IC es la aplicación de una mezcla de técnicas como son: el QFD, DPE, AMEF, etc. Para tener una idea más clara de la aplicación de estas técnicas se dará el ejemplo de un caso práctico aplicando diseño de parámetros ya que actualmente la contribución más importante para el logro de la calidad es el diseño de experimentos. Así como en una primera fase la inspección fué lo primordial, donde después la contribución del control de los procesos pasó a ser lo fundamental, igualmente hoy lo básico es planear diseños de productos robustos a través de la aplicación de arreglos ortogonales de Taguchi.

3.1.- Análisis de un caso de la industria aplicando arreglos ortogonales.

El Método Taguchi se toma como una medida de apoyo en la IC para obtener productos de alta calidad. El diseño robusto de productos implica conformarlos para un servicio óptimo. En la metodología de diseño de parámetros de Taguchi, se selecciona un diseño experimental para los llamados factores controlables que constituyen un producto y otro para los llamados factores de ruido o incontrolables. Estos últimos significan elementos externos que inciden en la funcionalidad del producto.

Seguidamente se presenta un ejemplo que ilustra el método de diseño de parámetros sugerido por Taguchi.

Este experimento fue hecho en Alemania en la manufacturación de partes automotrices. El experimento fue conducido para determinar el método más económico para el ensamble de un conector y encontrar el óptimo desempeño y los equipos componentes. Los dos objetivos fueron minimizar el esfuerzo del ensamble y maximizar el desempeño (fuerza de tracción). Se identificaron cuatro factores controlables y tres factores incontrolables (de ruido).

FACTORES CONTROLABLES	NIVELES		
A) Interferencia	Bajo	Medio	Alto
B) Grosor de la pared del conector	Delgada	Medio	Grueso
C) Inserción	Poco profund.	Medio	Hondo
D) Porcentaje de adhesivo en el conector	Bajo	Medio	Alto

FACTORES INCONTROLABLES	NIVELES	
E) Condiciones de tiempo	24 hrs	120 hrs
F) Condiciones de temperatura	72 F	150 F
G) Condiciones de humedad	25 %	75 %

Se desea encontrar los niveles de los factores controlables que son menos influidos por los factores de ruido y que proporcionan la máxima fuerza de tracción.

El tiempo, la temperatura y la humedad son consideradas como factores incontrolables porque se dificulta su control durante el proceso de ensamble. Alternativamente la interferencia, el grosor de la pared, y la adhesividad son fáciles de controlar. Una serie de experimentos fueron ejecutados variando los factores controlables y el ruido. Una forma de ejecutar el experimento es correr pruebas con todas las posibles combinaciones de todos los factores. Si cada N factores tiene M posibles valores entonces el número de pruebas para incluir todas las posibles combinaciones es :

$$\prod_{i=1}^N M_i$$

En este caso tenemos $N=7$ y cuatro de los factores tiene tres posibles valores mientras que otros tres factores tiene dos posibles valores, el total del número de experimentos es 648. Este número de experimentos es probablemente muy complicado de manejar. La aproximación de Taguchi usa técnicas estadísticas de tal forma que para el ejemplo expuesto es necesario 72 experimentos a los cuales mediante un análisis estadístico se le determina el efecto de cada factor en la resistencia y fortaleza de cada producto estudiado.

Otro plan del experimento es preparar un arreglo para determinar que valores de los factores pueden usarse para cada experimento. El arreglo se presenta en la figura 3.1. La forma en que estos dos arreglos se combinan se le llama arreglos ortogonales. El término ortogonal implica que el arreglo puede ser usado para tener el efecto de cada factor independientemente. Ortogonal en esta caso significa independencia.

ARREGLO				Interf.	rosor de pare	.. de profun.	Jida	de Adhesivida	75%	25%	75%	25%	75%	25%	75%	25%	75%	25%	Cond. Adhesiv.	S/N radio
A	B	C	D	(a)	(b)	(c)	(d)												(G)	(DB)
1	1	1	1	Bajo	Angosto	Superficial	Bajo	19.1	20	19.6	19.6	19.9	16.9	9.5	15.6					24.025
2	1	2	2	Bajo	Medio	Medio	Medio	21.9	24.2	19.8	19.7	19.5	19.4	16.2	15					25.522
3	1	3	3	Bajo	Grueso	Hondo	Alto	20.4	23.3	19.2	22.6	19.5	19.1	16.7	16.3					25.335
4	2	1	2	Medio	Angosto	Medio	Alto	24.7	23.2	18.9	21	19.6	18.9	17.4	18.3					25.904
5	2	2	3	Medio	Medio	Hondo	Bajo	25.3	27.5	21.4	25.6	25.1	19.4	18.6	19.7					26.908
6	2	3	1	Medio	Grueso	Superficial	Medio	24.7	22.5	19.6	14.7	19.8	20	16.3	16.2					25.326
7	3	1	3	Alto	Angosto	Hondo	Medio	21.6	24.3	18.6	16.8	23.6	18.4	19.1	16.4					25.711
8	3	2	1	Alto	Medio	Superficial	Alto	24.4	23.2	19.6	17.9	16.8	15.1	15.8	14.2					24.832
9	3	3	2	Alto	Grueso	Medio	Bajo	28.6	22.8	22.7	23.1	17.3	19.3	19.9	16.1					26.152

8	7	6	5	4	3	2	1	
2	2	2	2	1	1	1	1	E
2	2	1	1	2	2	1	1	F
1	1	2	2	2	2	1	1	ExF
2	1	2	1	2	1	2	1	G
1	2	1	2	2	1	2	1	ExG
1	2	2	1	1	2	2	1	FxG
2	1	1	2	1	2	2	1	
120h	120h	120h	120h	24h	24h	24h	24h	Cond. Tiempo (E)
150F	150F	72F	72F	150F	150F	72F	72F	Cond. Temp. (F)

FIG. 3.1 Resistencia y Fortaleza del Producto

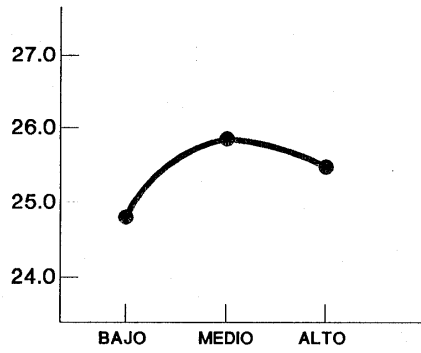
La parte de abajo de la derecha de la tabla, da los resultados de las pruebas en términos de estiramiento de la fuerza para cada combinación de factores presentados. Por ejemplo una puede verse con baja interferencia, pared delgada, inserción poco profunda y baja adhesividad y por un tiempo de 120 horas, temperatura de 150 F y 75% de humedad, el estiramiento de la prueba da un resultado de 19.1 libras. Los factores controlables y el ruido están en un lugar en los diferentes arreglos, de tal forma que el experimento puede calcular la razón de como el factor controlable afecta el resultado cuando se compara con los factores del ruido. Este cálculo es presentado en la columna de la derecha.

El uso de este experimento da una forma para calcular la mejor combinación de variables controlables que dan la máxima resistencia. El actual análisis determina el efecto de cada factor en el producto final. Esto implica enfocarse hacia el diseño de experimentos. De cualquier forma el resultado del análisis se presenta en la figura 3.2.

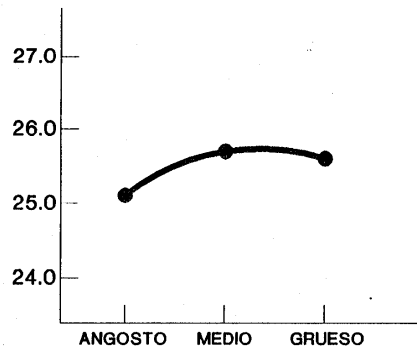
Se observa que las razones de ruido se expresan en una escala de decibeles. Se utiliza la variación de señal del ruido (S/N) si el objetivo es reducir la variabilidad respecto a un valor deseado específico, también se utiliza si el sistema se optimiza cuando la respuesta es tan grande como sea posible. Los niveles factoriales que maximizan la razón S/N apropiadas son óptimas.

En la figura se presenta la razón del ruido entre cada uno de los cuatro factores controlables. El objetivo es tener razones altas, esto significa que el factor ruido no se puede controlar en el resultado.

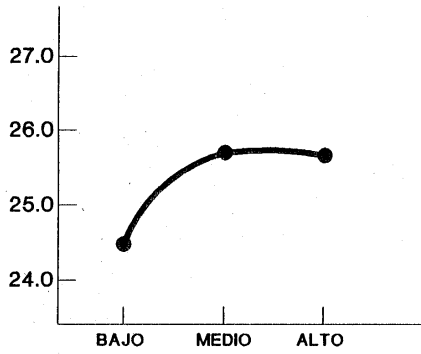
En resumen el Método Taguchi aplicado al diseño de parámetros ayuda a producir artículos robustos con lo cual se minimiza la sensibilidad al factor ruido y consecuentemente se hacen productos de calidad consistente.



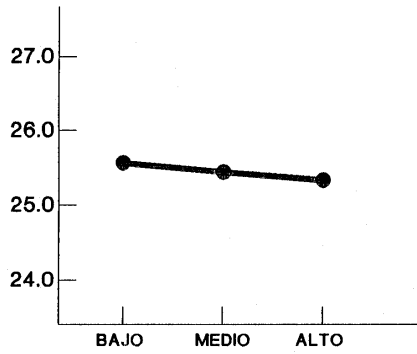
(a)



(b)



(c)



(d)

(a) Interferencia

(b) Pared

(c) Insercion

(d) Adhesividad

FIG. 3.2 RESULTADO DEL ANALISIS DEL EXPERIMENTO