

Lección 8: Análisis de un sistema ajustable

Resumen

Además de alcanzar un valor numérico máximo o mínimo para ciertos sistemas, el cumplimiento de un valor numérico fijo con la mayor precisión posible es la piedra angular en la tecnología. En el análisis del sistema listado, los efectos de los parámetros se utilizan para ajustarse a un target y simultáneamente, lograr la máxima precisión.

Tabla de contenidos

- Folio 2: Análisis de un sistema para alcanzar un target
- Folio 3: Parámetros para la fabricación de tapones de corcho
- Folio 4: Diseño OA L9 y datos experimentales
- Folio 5: Transformación de datos en el SNR específico
- Folio 6: Evaluación numérica y gráfica de los efectos
- Folio 7: Blancos variables y blancos fijos
- Folie 8: Tabla de evaluación ampliada
- Folie 9: Evaluación de características numéricas
- Folio 10: Elaboración de un compromiso
- Folio 11: Interpolación y predicción
- Folio 12: Confirmación del modelo

Análisis de un sistema para alcanzar un target

Desde aplicaciones muy sencillas como cierres para botellas hasta casquillos de alta precisión para máquinas, se deben mantener ciertos valores numéricos.

Por lo tanto, hay que analizar 2 variables: el valor numérico como tal y la precisión con la que se puede realizar.

La relación S/N apropiada es el cociente cuadrado entre el promedio valor del target y la desviación estándar. Cuanto menor sea la desviación estándar cuadrada, mayor será la precisión y por consiguiente, el índice SNR.



Parámetros para la fabricación de tapones de corcho

Parámetros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
A: Tamaño granular	3 mm	3-5 mm mezcla	5 mm
B: Pegamento	5 %	10 %	15 %
C: Temperatura de pegado	temperatura ambiente	50 °C	80 °C
D: Presión en el molde	10 bar	3 bar	1 bar

Diseño OA L9 y datos experimentales

La experiencia ha demostrado que los niveles se escogen de tal manera que el target se incluye en los resultados numéricos de los experimentos. El ajuste preciso es posible con interpolación. Si el target está fuera de este rango, se debe realizar una extrapolación.

El valor del blanco numérico sea de 23 mm.

Exp. #	A	B	C	D	Exp. serie 1	Exp. serie 2
1	1	1	1	1	22.6 mm	21.5 mm
2	1	2	2	2	23 mm	22.6 mm
3	1	3	3	3	23.5 mm	24.1 mm
4	2	1	2	3	22.9 mm	23.4 mm
5	2	2	3	1	23.2 mm	22.5 mm
6	2	3	1	2	23.5 mm	24.2 mm
7	3	1	3	2	21.8 mm	22.4 mm
8	3	2	1	3	23.5 mm	22.9 mm
9	3	3	2	1	22.8 mm	23.4 mm

Transformación de datos en el SNR específico

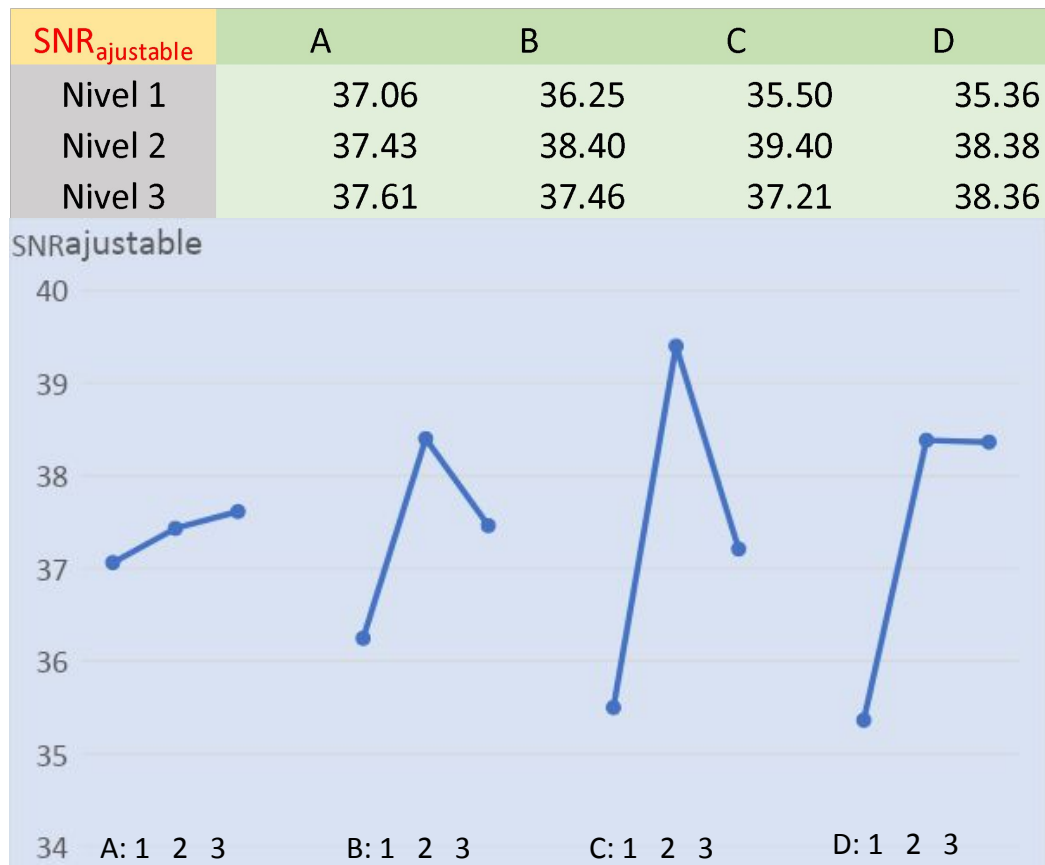
Para un valor numérico fijo o un blanco variable, el índice SNR del promedio cuadrado (\bar{y}^2) y la desviación estándar cuadrada (σ^2) es la mejor opción.

$$\frac{S}{N} = \frac{\bar{y}^2}{\sigma^2} \quad ; \quad \text{SNR} = 10 \lg\left(\frac{S}{N}\right)$$

Exp. #	y1	y2	S/N _{ajustable}	SNR _{ajustable}
1	22.6	21.5	1607	32.06
2	23	22.6	12996	41.14
3	23.5	24.1	6294	37.99
4	22.9	23.4	8575	39.33
5	23.2	22.5	4262	36.30
6	23.5	24.2	4643	36.67
7	21.8	22.4	5427	37.35
8	23.5	22.9	5980	37.77
9	22.8	23.4	5929	37.73
			Promedio	37.37

Evaluación numérica y gráfica de los efectos

La evaluación de los efectos de los parámetros se realiza según las especificaciones de la matriz aplicada. Aquí, como en los ejemplos anteriores, se aplica un OA L9.



Blancos variables y blancos fijos

En el caso de interpretar los datos para un objetivo variable, se utilizan los valores numéricos $SNR_{ajustable}$ más grandes.

Con un blanco fijo, el contador y el denominador deben interpretarse por separado. Por lo tanto, el contador y el denominador tienen que ser transformados de forma idéntica para garantizar la sumabilidad de los efectos.

- $\frac{S}{N} = \frac{\bar{y}^2}{\sigma^2} \rightarrow SNR = 10 \cdot \log \left(\frac{\bar{y}^2}{\sigma^2} \right)$ Relación señal/ruido
- $\bar{y}^2 \rightarrow SEN = 10 \cdot \log (\bar{y}^2)$ Sensibilidad
- $\frac{1}{\sigma^2} \rightarrow SNR_{\sigma} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{\sigma^2} \right)$ Precisión

La tabla de evaluación de datos se amplía en consecuencia. Esto permite que el valor fijo del target se derive con una dispersión mínima al mismo tiempo.

Decisivo para el resultado es encontrar el mejor compromiso.

Tabla de evaluación ampliada

La evaluación de un target fijo requiere sensibilidad y desviación estándar (dispersión como precisión recíproca) en una transformación logarítmica idéntica.

Exp. #	y1	y2	S/N _{ajustable}	SNR _{ajustable}	\bar{y}^2	SEN (\bar{y}^2)	1/ σ^2	SNR _{σ}
1	22.6	21.5	1607	32.06	✓ 486.20	26.87	3.31	5.19
2	23	22.6	12996	41.14	✓ 519.84	27.16	25.00	13.98
3	23.5	24.1	6294	37.99	✓ 566.44	27.53	11.11	10.46
4	22.9	23.4	8575	39.33	✓ 535.92	27.29	16.00	12.04
5	23.2	22.5	4262	36.30	✓ 522.12	27.18	8.16	9.12
6	23.5	24.2	4643	36.67	✓ 568.82	27.55	8.16	9.12
7	21.8	22.4	5427	37.35	✓ 488.41	26.89	11.11	10.46
8	23.5	22.9	5980	37.77	✓ 538.24	27.31	11.11	10.46
9	22.8	23.4	5929	37.73	✓ 533.61	27.27	11.11	10.46
			Promedio	37.37		27.23		10.14

Evaluación de características numéricas

Sensibilidad SEN (escala logarítmica)

SEN	A	B	C	D
Nivel 1	27.19	27.02	27.24	27.11
Nivel 2	27.34	27.22	27.24	27.20
Nivel 3	27.16	27.45	27.20	27.38



Precisión (escala logarítmica de la desviación estándar recíproca cuadrada)

SNR_{σ}	A	B	C	D
Nivel 1	9.88	9.23	8.26	8.26
Nivel 2	10.09	11.19	12.16	11.19
Nivel 3	10.46	10.01	10.01	10.99



Elaboración de un compromiso

Para alcanzar el target, debe iniciarse una configuración de parámetros de los índices SEN teniendo en cuenta los valores de dispersión más pequeños, es decir, los valores máximos de SNR_{σ} . Por ejemplo: A2 + B2 + D2 , porque C no muestra un efecto considerable para alcanzar el valor y, al mismo tiempo, la dispersión para B y D es mínima. Como siempre, la predicción se calcula a partir del número (n) de variables (SEN) utilizadas menos (n-1) veces el valor promedio (SEN).

SEN: A2 + B2 + D2 – 2xpromedio = 27.3 [dB] → calculada inversa \bar{y} = 23.17 mm

Este valor es un poco demasiado alto; otra posibilidad es

SEN: A2 + B1 + D2 – 2xpromedio = 27.1 [dB] → calculada inversa \bar{y} = 22.64 mm

Este valor es un poco demasiado pequeño.

Dado que el parámetro B muestra el efecto más lineal de todos los efectos, tiene sentido interpolar un valor entre el nivel 1 y el nivel 2 para llegar al objetivo exactamente.

Interpolación y predicción

Interpolación entre B1 y B2:

El valor exacto de 23 mm se indica en la escala logarítmica 27.2346 [dB]. Por lo tanto, el valor previsto de la configuración A2B2D2 debe ser 0.0643 [dB] inferior, es decir, la concentración del pegamento debe ajustarse de forma que se aplique $B=27.1511$ [dB].

SEN	B1	B2	$B2 - \Delta$
Pegamento	5%	10%	8.4%
Efecto	27.0157	27.2154	27.1511

Predicción con ajuste: $A2 + B2 - \Delta + D2 - 2 \times \text{promedio} = 27.2346$ [dB] $\rightarrow \bar{y} = 23$ mm

El mismo procedimiento se aplica a SNR_σ :

SNR_σ	B1	B2	$B2 - \Delta$
Pegamento	5%	10%	8.4%
Efecto	9.2305	11.1852	10.5558

En vez del parámetro A, que no cambia la dispersión, se utiliza el parámetro C2, que prácticamente no cambia el valor numérico del target.

Predicción con ajuste: $B2 - \Delta + C2 + D2 - 2 \times \text{promedio} = 13.6157$ [dB] $\rightarrow \sigma = 0.2$ mm

Confirmación del modelo

Se realizarán algunos experimentos de confirmación para verificar el modelo.

Si el valor experimental no es exactamente el mismo que el objetivo, se repite un ajuste fino adicional con el mismo parámetro B.

