

Lección 6: Análisis de un sistema con target: LTB

Resumen

Proporcionando el menor esfuerzo (orthogonal array, OA), calculando los resultados experimentales con SNR y evaluando los efectos de los parámetros, cualquier sistema puede ser analizado para mejorar su funcionamiento (optimización). En el primer ejemplo, se aplica la función con el objetivo “Larger-the-better, LTB”.

Tabla de contenidos

- Folio 2: Tipo de sistema y su aplicación
- Folio 3: Definición de los parámetros
- Folio 4: Diseño OA L9 y datos experimentales
- Folio 5: Transformación de los datos en SNR
- Folio 6: Evaluación de los efectos de los parámetros
- Folio 7: Elaboración de un modelo
- Folio 8: Modelización y predicción
- Folio 9: Confirmación del modelo

Tipo de sistema y su aplicación

El manejo de alto voltaje requiere buenos aisladores, estables para campos eléctricos muy fuertes.

El politetrafluoroetileno (= PTFE o Teflon) es un plástico con buenas propiedades para la ruptura dieléctrica. El PTFE alcanza altos valores y también es resistente a la corrosión.

El material (PTFE) de las cadenas de moléculas largas debe ser muy uniforme. Por consecuencia, hay que analizar los parámetros de la síntesis química. El proceso debe ser optimizado para la voltaje de ruptura más alta (= LTB).



Definición de los parámetros

Parámetros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
A: Concentración del catalizador	10 ppm	100 ppm	1000 ppm
B: Temperatura de reacción	0 °C	5 °C	10 °C
C: Presión de reacción	5 bar	4 bar	3 bar
D: Suspensión Líquido : sólido	2:1	1:1	1:2

Diseño OA L9 y datos experimentales

Exp. #	A	B	C	D	Exp. serie 1	Exp. serie 2
1	1	1	1	1	51 kV/mm	88 kV/mm
2	1	2	2	2	67 kV/mm	78 kV/mm
3	1	3	3	3	53 kV/mm	25 kV/mm
4	2	1	2	3	92 kV/mm	69 kV/mm
5	2	2	3	1	63 kV/mm	64 kV/mm
6	2	3	1	2	74 kV/mm	89 kV/mm
7	3	1	3	2	34 kV/mm	74 kV/mm
8	3	2	1	3	80 kV/mm	59 kV/mm
9	3	3	2	1	91 kV/mm	95 kV/mm

Transformación de los datos en SNR

Conversión de los datos de medición en la relación señal/ruido específica. En este ejemplo, la función objetivo es LTB:

Lo siguiente se aplica a 2 series de medición: $\frac{S}{N} = \frac{2}{\left(\frac{1}{y_1^2} + \frac{1}{y_2^2}\right)}$; $SNR = 10 \lg\left(\frac{S}{N}\right)$

Exp. #	y1	y2	S/N (LTB)	SNR (LTB)
1	51	88	3894.08	35.90
2	67	78	5166.19	37.13
3	53	25	1022.50	30.10
4	92	69	6094.08	37.85
5	63	64	4031.50	36.05
6	74	89	6475.39	38.11
7	34	74	1909.00	32.81
8	80	59	4509.34	36.54
9	91	95	8637.01	39.36
			Promedio	35.98

Evaluación de los efectos de los parámetros

Cálculo de los efectos de parámetros con 3 niveles (tal como se define en la OA L9):

$$\text{Efecto parámetro A: } A1 = \frac{\text{Exp.1} + \text{Exp.2} + \text{Exp.3}}{3}; A2 = \frac{\text{Exp.4} + \text{Exp.5} + \text{Exp.6}}{3}; A3 = \frac{\text{Exp.7} + \text{Exp.8} + \text{Exp.9}}{3}$$

$$\text{Efecto parámetro B: } B1 = \frac{\text{Exp.1} + \text{Exp.4} + \text{Exp.7}}{3}; B2 = \frac{\text{Exp.2} + \text{Exp.5} + \text{Exp.8}}{3}; B3 = \frac{\text{Exp.3} + \text{Exp.6} + \text{Exp.9}}{3}$$

$$\text{Efecto parámetro C: } C1 = \frac{\text{Exp.1} + \text{Exp.6} + \text{Exp.8}}{3}; C2 = \frac{\text{Exp.2} + \text{Exp.4} + \text{Exp.9}}{3}; C3 = \frac{\text{Exp.3} + \text{Exp.5} + \text{Exp.7}}{3}$$

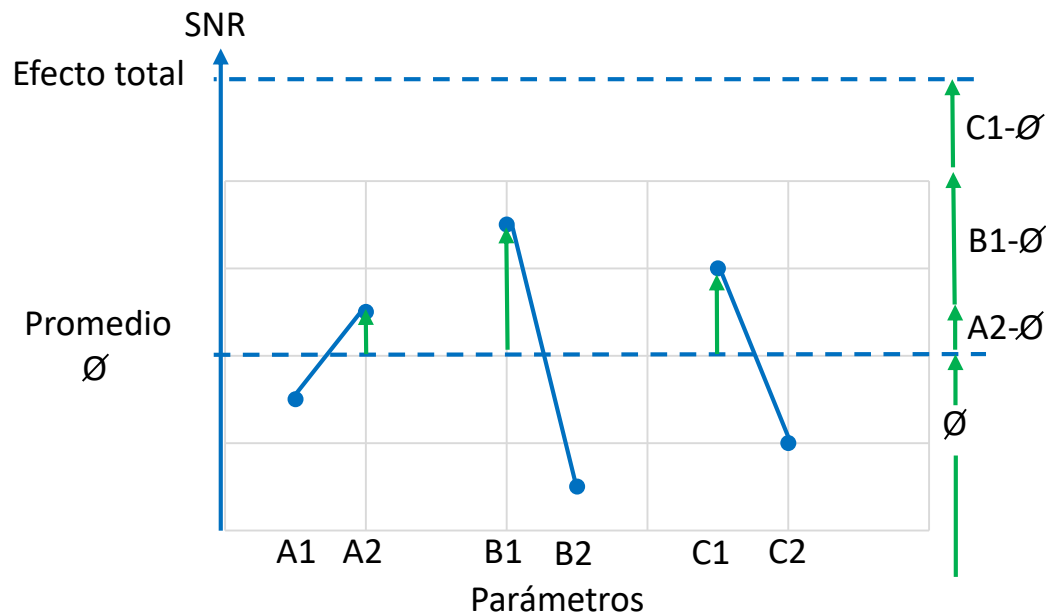
$$\text{Efecto parámetro D: } D1 = \frac{\text{Exp.1} + \text{Exp.5} + \text{Exp.9}}{3}; D2 = \frac{\text{Exp.2} + \text{Exp.6} + \text{Exp.7}}{3}; D3 = \frac{\text{Exp.3} + \text{Exp.4} + \text{Exp.8}}{3}$$

LTB	A	B	C	D
Nivel 1	34.38	35.52	36.85	37.11
Nivel 2	37.34	36.58	38.11	36.02
Nivel 3	36.24	35.86	32.99	34.83

Elaboración de un modelo

Modelo: Suma de los SNR más grande por encima del promedio más una vez el promedio. Regla empírica: se debe utilizar aproximadamente la mitad de los parámetros más fuertes.

$$\text{SNR}_{\text{total}} = \sum_i^n \text{SNR}_i - (n - 1) \cdot \emptyset$$



Modelización y predicción

Utilice siempre los índices SNR más grandes para modelar el comportamiento del sistema.

Más o menos la mitad de todos los parámetros están incluidos en la evaluación. El índice con el valor numérico más pequeño (o varios) se ignora (o se utiliza para la estimación de errores posterior).

Una representación gráfica de los efectos de los parámetros es ventajosa.

El valor máximo resulta con:

$$A2 + C2 + D1$$

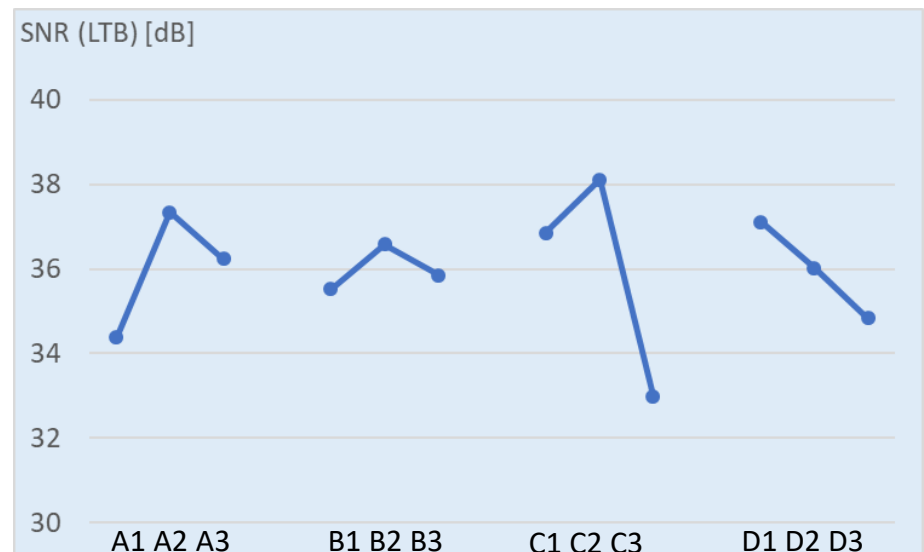
Cálculo del efecto total:

$$A2 + C2 + D1 - 2 \times \text{promedio} = 40.59 \text{ [dB]}$$

$$\text{SNR (LTB)} = 10 \cdot \log(\bar{y}^2) = 40.59$$

Cálculo inverso:

$$\bar{y} = 107 \text{ kV/mm}$$



Confirmación del modelo

La configuración de los parámetros debe ser ajustada y se deben realizar algunos experimentos.

Los valores medidos se comparan con la predicción. El modelo se considera confirmado si estos valores no son idénticos sino similares en tamaño. El gráfico muestra el valor máximo alcanzable en el sistema en cuestión.

