

DISEÑO FRACCION UN MEDIO

DR. PORFIRIO GUTIERREZ GONZALEZ

FRACCIONES FACTORIALES

Si el número de factores a estudiar es elevado, los planes factoriales 2^k exigen un número muy elevado de pruebas. Por ejemplo: En un estudio para mejorar el proceso de activación de un catalizador con el fin de aumentar su productividad en el reactor, se requieren analizar 11 Factores. Es decir se requiere un diseño 2^{11} , lo que equivale a realizar por lo menos 2048 pruebas.

SOLUCION



EMPLEAR COMO DISEÑO UNA FRACCION FACTORIAL

Fracciones Factoriales: Planteamiento

***En principio un plan 2^k permite estudiar un número muy elevado de posibles efectos. Por ejemplo a partir de los 63 efectos de un diseño 2^6 es posible estudiar:**

6 Efectos Simples

15 Interacciones Dobles

20 Interacciones Triples

15 Interacciones Cuádruples

6 Interacciones Quíntuples

1 Interacción Séxtuple

***La mayor parte de estos 63 efectos serán inexistentes (por ejemplo, muy posiblemente todas las interacciones de orden mayor que 2 y muchas de las interacciones dobles). Además la precisión obtenida puede ser innecesariamente elevada para el estudio.**

DISEÑO FRACCIÓN UN MEDIO 2^{k-1}

- ❑ El diseño fracción un medio consiste en tomar la mitad de combinaciones de un diseño 2^k completo.**
- ❑ Se usa en la primeras fases de experimentación.**
- ❑ Se recomienda aplicar cuando se estudian de 4 a 6 factores.**

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER UN DISEÑO FRACCION UN MEDIO

Supongamos que se quiere investigar la influencia de 4 factores en una variable de respuesta, por lo que las combinaciones de un 2^4 son las siguientes:

Prueba	A	B	C	D
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

Construcción de un plan 2^{k-1} : Existen 2 métodos:

➤ Método Uno

Construir el plan completo asociado a $k-1$ de los factores (que tendrá 2^{k-1} pruebas) y asociar el factor restante a la interacción entre los $k-1$ primeros.

Prueba	A	B	C	D=ABC
1	-	-	-	-
2	+	-	-	+
3	-	+	-	+
4	+	+	-	-
5	-	-	+	+
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	+

➤ Método Dos

Construir un plan 2^k y seleccionar solo las pruebas que correspondan al signo positivo (o al negativo) de la interacción de orden más elevado.

prueba	A	B	C	D	ABCD
1	-	-	-	-	+
2	+	-	-	+	+
3	-	+	-	+	+
4	+	+	-	-	+
5	-	-	+	+	+
6	+	-	+	-	+
7	-	+	+	-	+
8	+	+	+	+	+

Por construcción este diseño tiene como generador de la fracción ABCD

El número de letras del generador se denomina resolución de la fracción expresándose en números romanos.

Estructura de Alias, se obtienen de la siguiente forma:

$ABCD(A)=A^2BCD=BCD$ por consiguiente $A=BCD$; A se confunde con BCD

$ABCD(B)=AB^2CD=ACD$ por consiguiente $B=ACD$; B se confunde con ACD

$ABCD(C)=ABC^2D=ABD$ por consiguiente $C=ABD$; C se confunde con ABD

$ABCD(D)=ABCD^2=ABC$ por consiguiente $D=ABC$; D se confunde con ABC

$ABCD(AB)=A^2B^2CD=CD$ por consiguiente $AB=CD$; AB se confunde con CD

$ABCD(AC)=A^2BC^2D=BD$ por consiguiente $AC=BD$; AC se confunde con BD

$ABCD(AD)=BC$ por consiguiente $AD=BC$; AD se confunde BC

Regla practica para estudiar la confusión de efectos.

- ❑ Al efecto utilizado para construir la fracción (es decir, al que tiene el mismo signo en todas las pruebas) se denomina generador de la fracción. El número de letras del generador se denomina resolución de la fracción expresándose en números romanos.
- ❑ Los planes 2^{k-1} tiene un sólo generador que normalmente es la interacción de orden más elevado. Los planes 2^{k-p} , cuyo número de pruebas es menor que la mitad del plan completo (por ejemplo la cuarta o la octava parte), tiene varios generadores.
- ❑ El efecto asociado al generador no puede estudiarse.
- ❑ Cualquier otro efecto esta confundido con el que resulta de multiplicar las letras del efecto por las del generador y tachar los cuadrados.

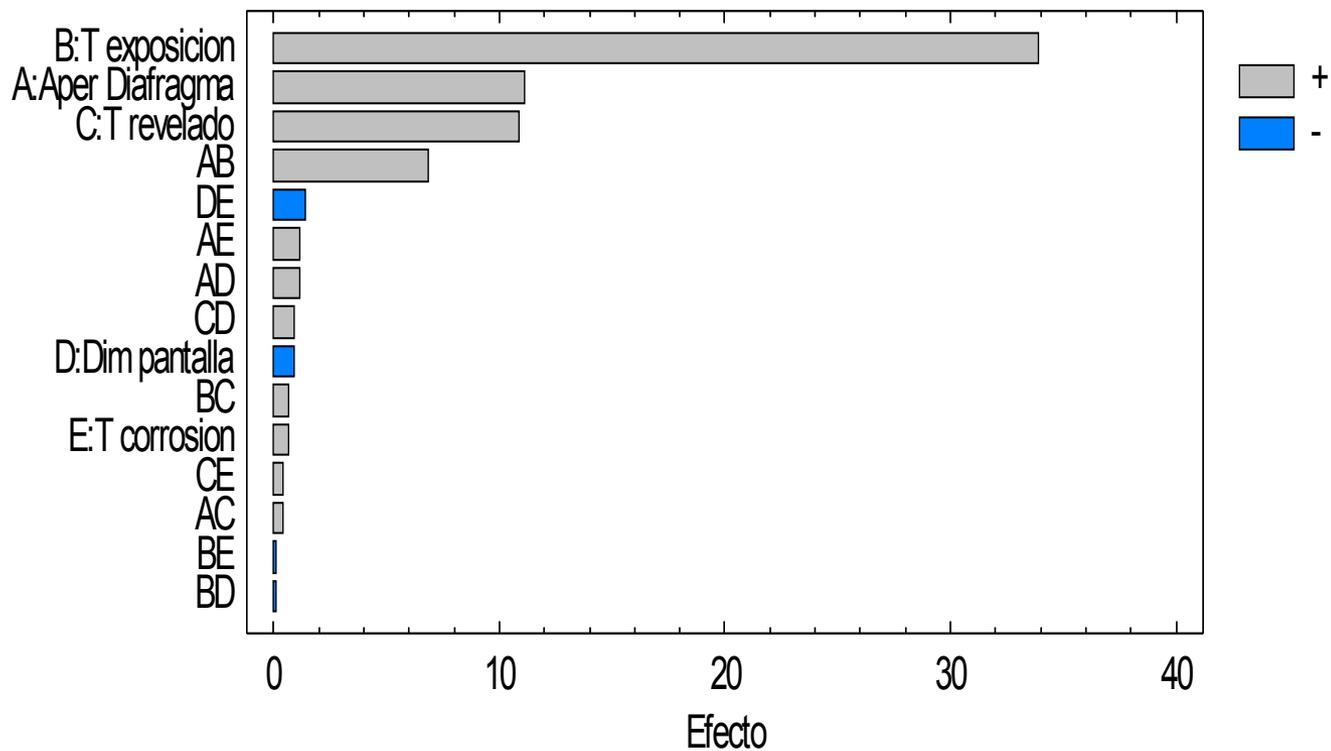
- ✓ En las fracciones de resolución III por lo menos un efecto simple estará confundidos con alguna interacción doble.
- ✓ En las fracciones de resolución IV los efectos simples no estarán confundidos con interacciones dobles.
- ✓ En las fracciones de resolución V (generadores de cinco letras) las interacciones dobles no estarán confundidas entre sí.

Ejemplo 6

Con el objetivo de mejorar el rendimiento de un proceso de manufactura de un circuito integrado, se investigaron 5 factores un diseño. Los cinco factores fueron A=apertura del diafragma (pequeña, grande), B=tiempo de exposición (20% abajo y arriba del nominal), C=tiempo de revelado (30, 45 seg), D=Dimensión de la pantalla (pequeña, grande), E=tiempo de corrosión selectiva (14.5 y 15.5 seg). A continuación se presenta la construcción del diseño

corrida	A	B	C	D	E	REND
1	-1	-1	-1	-1	1	8
2	1	-1	-1	-1	-1	9
3	-1	1	-1	-1	-1	34
4	1	1	-1	-1	1	52
5	-1	-1	1	-1	-1	16
6	1	-1	1	-1	1	22
7	-1	1	1	-1	1	45
8	1	1	1	-1	-1	60
9	-1	-1	-1	1	-1	6
10	1	-1	-1	1	1	10
11	-1	1	-1	1	1	30
12	1	1	-1	1	-1	50
13	-1	-1	1	1	1	15
14	1	-1	1	1	-1	21
15	-1	1	1	1	-1	44
16	1	1	1	1	1	63

Diagrama de Pareto para Rendimiento



EFEKTOS IMPORTANTES: B, A, C, y AB.

Al igual como se vio en los diseños no replicados, no hay suficientes grados de libertad para estimar el error y por consecuencia no es posible saber cuales efectos son significativos. Los pasos para encontrar el mejor Anova fueron los siguientes:

- 1) Se eliminaron los últimos cinco efectos del Pareto Normal (BD, BE, AC, CE, y E)**
- 2) Uno por Uno se fueron eliminando los efectos BC, D, CD, AD, AE, finalmente DE. Con el que se llego al mejor Anova.**

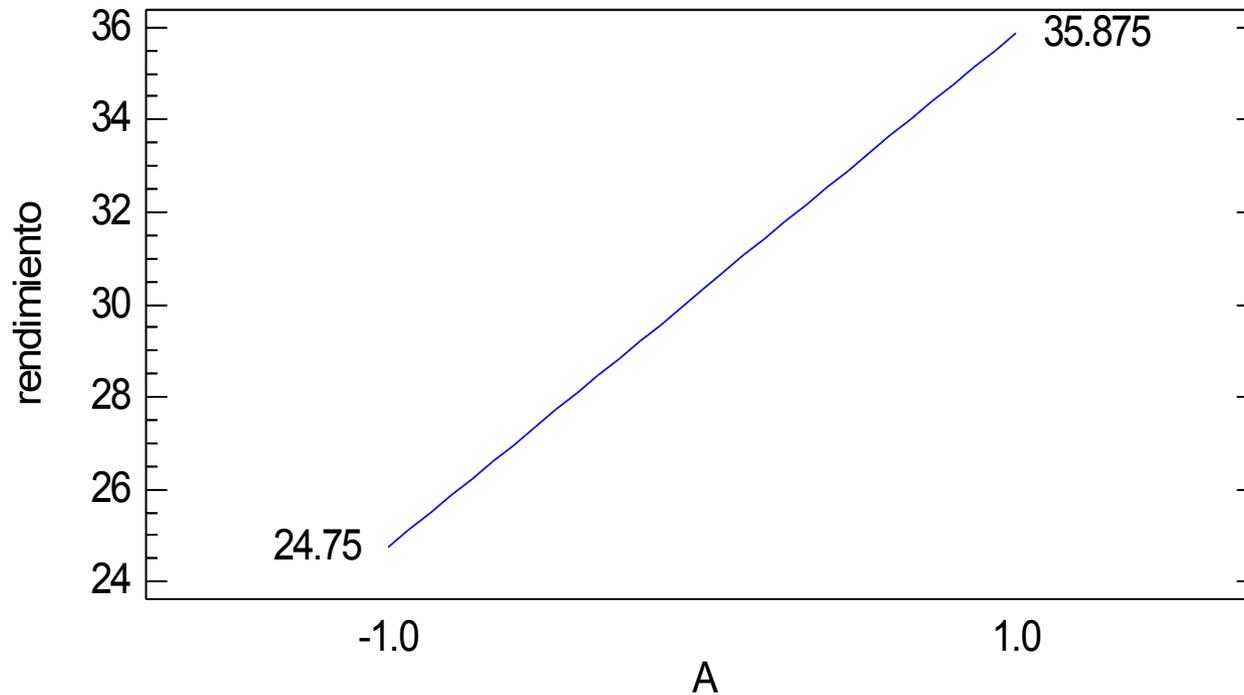
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Apertura Diafragma	495.063	1	495.063	193.20	0.0000
B:T exposicion	4590.06	1	4590.06	1791.24	0.0000
C:T revelado	473.063	1	473.063	184.61	0.0000
AB	189.063	1	189.063	73.78	0.0000
Error total	28.1875	11	2.5625		
Total (corr.)	5775.44	15			

R-squared = 99.5119 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99.3345 percent

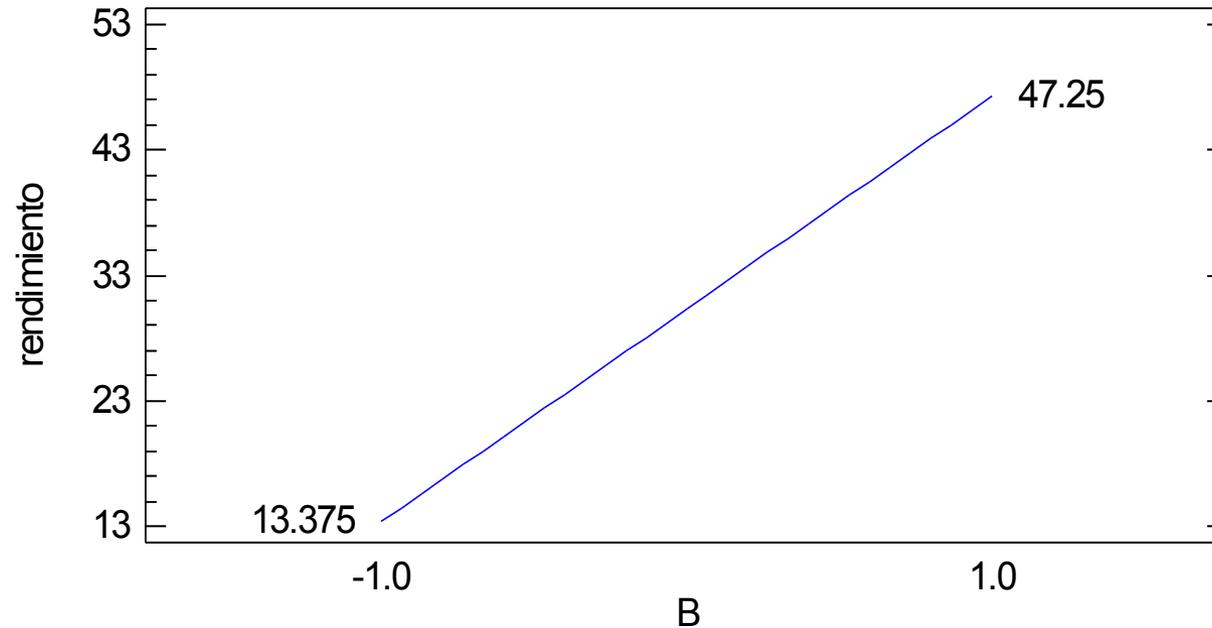
SOLO SON 4 EFECTOS SIGNIFICATIVOS: A, B, C Y AB. EL R-SQUERED (AJUSTADO) ES MUY BUENO.

Gráfica de Efectos Principales para rendimiento



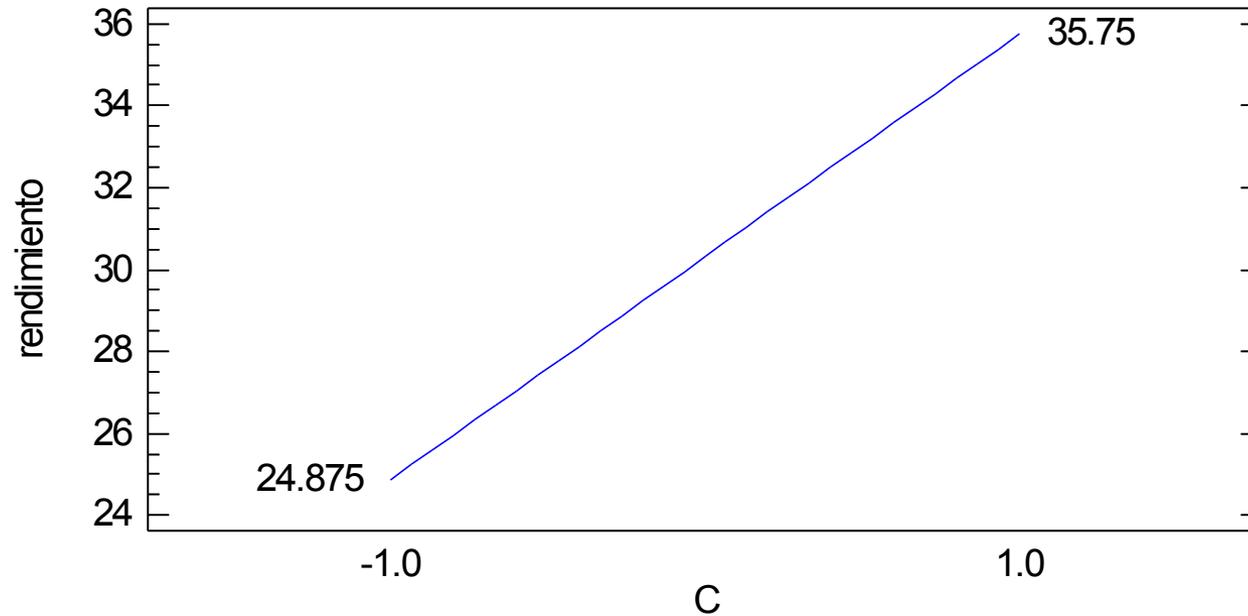
Hay un efecto positivo, al cambiar de nivel bajo a nivel alto en el efecto de A se incrementa el rendimiento. Para maximizar el rendimiento se recomienda nivel alto.

Gráfica de Efectos Principales para rendimiento



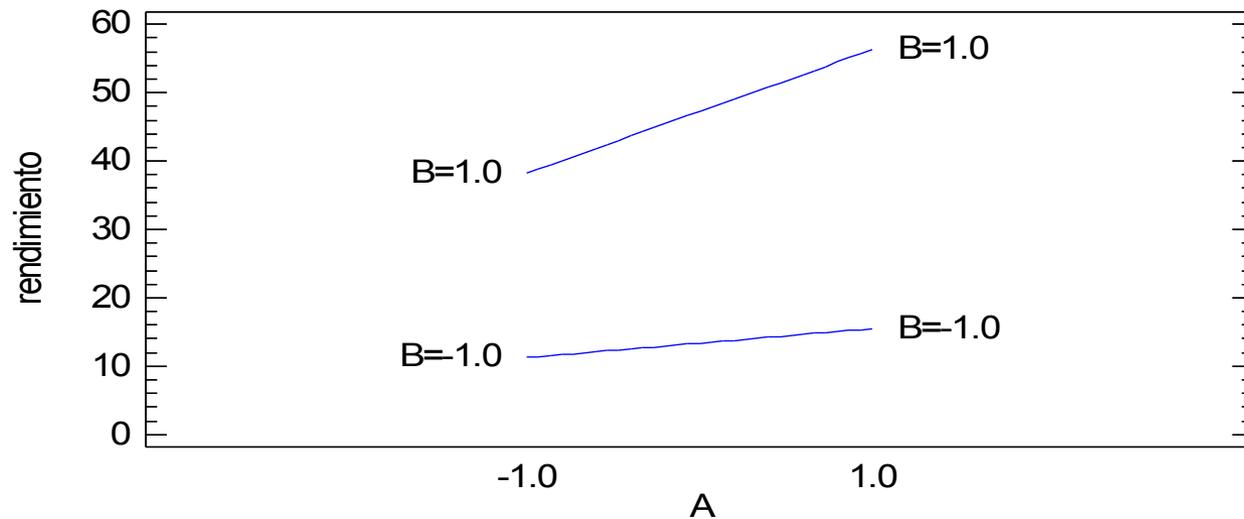
Hay un efecto positivo, al cambiar de nivel bajo a nivel alto en el efecto de B se incrementa el rendimiento. Para maximizar el rendimiento se recomienda nivel alto

Gráfica de Efectos Principales para rendimiento



Hay un efecto positivo, al cambiar de nivel bajo a nivel alto en el efecto de C se incrementa el rendimiento. Para maximizar el rendimiento se recomienda nivel alto.

Gráfica de Interacción para rendimiento



Cuando se fija en nivel bajo en el efecto de B y se cambia de nivel bajo a nivel alto en el efecto de A no hay cambio en el rendimiento. Mas sin embargo, si se fija en el nivel alto en el efecto de B y se cambia de nivel bajo a nivel alto en el efecto de A, se incrementa el rendimiento. Para maximizar se recomienda usar nivel alto del factor A y nivel alto del factor B.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- ❑ EL RESULTADO DEL ANOVA NOS INDICA QUE SON CUATRO EFECTOS SIGNIFICATIVOS: A, B, C, Y AB.

