

TAGUCHI DESIGN

CHE COSA È UN TAGUCHI DESIGN (CHIAMATO ANCHE ROBUST DESIGN)?

Un Taguchi Design è un esperimento progettato in modo da ottenere un prodotto o un processo che funzioni in modo più coerente all'interno dell'ambiente operativo.

Il Taguchi Design riconosce che non tutti i fattori che causano variabilità possono essere controllati.

Questi fattori non controllabili sono chiamati fattori di disturbo. Il Taguchi Design cerca di identificare i fattori controllabili (control factors) che riducono al minimo l'effetto dei fattori di disturbo.

Durante l'esperimento, si possono manipolare i fattori di disturbo per forzare la variabilità e poter quindi verificare e determinare le impostazioni ottimali per i fattori di controllo che possono rendere il processo o il prodotto robusto cioè resistente alle variazioni dei fattori di disturbo.

Un processo progettato con questo obiettivo sarà in grado di produrre un output più consistente. Un prodotto progettato con questo obiettivo sarà in grado di fornire prestazioni costanti indipendentemente dall'ambiente in cui viene utilizzato.

Un noto esempio di Taguchi Design proviene dalla Ina Tile Company in Giappone nel 1950. La società produceva troppe piastrelle i cui valori erano fuori specifica. Il team della qualità aveva scoperto che la temperatura nel forno per cuocere le piastrelle variava e di conseguenza, le dimensioni delle piastrelle non erano uniformi. Non potevano eliminare la variazione della temperatura, perché la costruzione di un nuovo forno era troppo costoso. Così, la temperatura era un fattore di disturbo. Utilizzando il Taguchi Design, il team ha scoperto che aumentando il contenuto di calcina della creta, un fattore di controllo, le piastrelle sono diventate più resistenti o robuste per la variazione di temperatura nel forno, permettendo loro di fabbricare delle piastrelle più uniformi.

Il Taguchi Design usa delle matrici ortogonali, che stimano gli effetti dei fattori sulla risposta media e sulle variazioni. Una matrice ortogonale significa una progettazione bilanciata in modo che i livelli dei fattori abbiano lo stesso peso. Per questo motivo, ogni fattore può essere valutato indipendentemente dagli altri fattori, quindi l'effetto di un fattore non influenza la stima di un fattore diverso. Questo può ridurre i tempi ed i costi associati all'esperimento quando si utilizzano i disegni frazionati.

I disegni a matrice ortogonale si concentrano in particolare sugli effetti principali. Alcune delle matrici offerte da Minitab restituiscono alcune interazioni selezionate che vale la pena studiare.

È inoltre possibile aggiungere un fattore di segnale al Taguchi Design al fine di creare un esperimento a risposta dinamica. Un esperimento a risposta dinamica viene utilizzato per migliorare il rapporto funzionale tra un segnale e l'output che restituisce.

OUTPUT DELLA FINESTRA DI SESSIONE NEL TAGUCHI DESIGN

Minitab calcola le tabelle di risposta, i risultati dei modelli lineari e genera grafici degli effetti principali e delle interazioni per:

- Rapporto segnale-rumore (in Inglese S/N ratios), che fornisce una misura della robustezza rispetto ai fattori di controllo;
- Media (Taguchi Design statico) o pendenza (Taguchi Design dinamico) rispetto ai fattori di controllo;
- Deviazione standard rispetto ai fattori di controllo;
- Logaritmo naturale delle deviazioni standard rispetto ai fattori di controllo.

Utilizzare i risultati e i piani per determinare quali fattori e interazioni sono importanti e valutare come essi influenzano le risposte. Per ottenere una completa comprensione degli effetti dei fattori, si dovrebbero valutare il rapporto segnale-rumore, la media (Taguchi Design statico), la pendenza (Taguchi Design dinamico) e le deviazioni standard. Per ottimizzare la risposta si deve scegliere un rapporto segnale-rumore appropriato al tipo di dati che si possiedono e al proprio obiettivo.

NOTA: Se si sospetta una curvatura nel modello, selezionare un disegno (come ad esempio i disegni a 3 livelli) che consenta di rilevare la curvatura della superficie di risposta.

UN PARAGONE TRA TAGUCHI DESIGN STATICO E TAGUCHI DESIGN DINAMICO

Minitab fornisce due tipi di Taguchi Design che consentono di scegliere un prodotto o un processo che funzioni in modo più coerente nell'ambiente operativo. Entrambi i modelli cercano di identificare fattori di controllo che minimizzano l'effetto dei fattori di disturbo sul prodotto o servizio.

RISPOSTA STATICA

In un disegno a risposta statica, le caratteristiche di qualità di interesse hanno un livello fisso.

RISPOSTA DINAMICA

In un disegno a risposta dinamica, le caratteristiche di qualità operano lungo un intervallo di valori e l'obiettivo è quello di migliorare il rapporto tra un fattore di segnale e la sua risposta di output.

Ad esempio, la quantità di decelerazione è una misura delle prestazioni della frenata. Il fattore di segnale è il grado di pressione del pedale del freno. Da come il conducente preme il pedale del freno, dipende l'aumento della decelerazione. Il grado di pressione del pedale ha un effetto significativo sulla decelerazione. Poiché non esiste nessuna impostazione ottimale per la pressione del pedale, non è logico testarla come un fattore di controllo. Invece, gli ingegneri vogliono progettare un sistema frenante che produca la più efficiente e meno variabile decelerazione attraverso la gamma di pressione del pedale del freno.

CONDURRE UN ESPERIMENTO TAGUCHI DESIGN

Per condurre un esperimento Taguchi Design si devono seguire i seguenti step:

1. Prima di iniziare a utilizzare Minitab, è necessario scegliere i fattori di controllo per la matrice interna e i fattori di disturbo per la matrice esterna. I fattori di controllo sono i fattori che si possono controllare per ottimizzare il processo. I fattori di disturbo sono, invece, i fattori che possono influenzare le prestazioni di un sistema, ma non sono sotto controllo durante l'uso previsto del prodotto.
 - a. Le conoscenze nel campo ingegneristico dovrebbero guidare la selezione dei fattori di controllo e le risposte. Si dovrebbero anche scalare i fattori di controllo e le risposte in modo che non vi siano improbabili interazioni. Quando le interazioni tra fattori di controllo sono probabili o non ben comprese, si dovrebbe scegliere un disegno in grado di stimare tali interazioni. Minitab può aiutare a progettare un Taguchi Design che non confonda le interazioni di interesse tra loro o con gli effetti principali.
 - b. I fattori di disturbo per la matrice esterna dovrebbero essere attentamente selezionati e dovrebbero richiedere una sperimentazione preliminare. I livelli di disturbo selezionati dovrebbero rappresentare la gamma delle condizioni in cui la variabile di risposta dovrebbe rimanere robusta.

Nota: Anche se non si possono controllare fattori di disturbo durante l'utilizzo del processo o del prodotto è necessario essere in grado di controllare i fattori di disturbo a fini della sperimentazione.

2. Cliccare su **Stat>DOE>Taguchi>Create Taguchi Design** per generare un Taguchi Design. Ogni colonna nella matrice ortogonale rappresenta un fattore specifico con due o più livelli. Ogni riga rappresenta un ciclo; i valori delle celle identificano le impostazioni del fattore per ogni ciclo. Per impostazione predefinita, Minitab usa per la matrice ortogonale gli interi 1, 2, 3, per rappresentare i livelli dei fattori. Se si immettono dei livelli dei fattori, gli interi 1, 2, 3, saranno i livelli codificati per la progettazione.

Si può anche utilizzare **Stat>DOE>Taguchi>Define Custom Taguchi Design** per creare un design dai dati che si hanno già nel foglio di lavoro. Personalizzare il progetto di Taguchi Design consente di specificare quali colonne rappresentano i tuoi fattori e quali i fattori di segnale. Si può quindi facilmente analizzare il progetto e generare grafici.

3. Dopo aver creato il Design, si può cliccare **Stat>DOE>Modify Design** per rinominare i fattori, modificare i livelli dei fattori, aggiungere un fattore ad un disegno statico, ignorare un fattore esistente (trattare il design come statico) e aggiungere nuovi livelli ad fattore esistente.
4. Dopo aver creato il Design, si può cliccare **Stat>DOE>Display Design** per modificare le unità (codificato o non codificato) in cui Minitab esprime i fattori nel foglio di lavoro.

5. Condurre l'esperimento e raccogliere i dati di risposta. L'esperimento viene fatto eseguendo il set completo di impostazioni del fattore di disturbo per ogni combinazione di impostazioni del fattore di controllo (in ogni esecuzione). I dati di risposta da ogni esecuzione dei fattori di disturbo nella matrice esterna di solito sono allineati in riga, accanto alle impostazioni di fabbrica per quel funzionamento dei fattori di controllo nella matrice interna.
6. Cliccare **Stat>DOE>Taguchi>Analyze Taguchi Design** per analizzare i dati sperimentali.

Nota: È necessario analizzare separatamente ogni variabile di risposta con il Taguchi Design. Sebbene l'analisi Taguchi accetti più colonne di risposta, queste risposte dovrebbero essere la stessa variabile misurata in diverse condizioni di un fattore di rumore.

7. Cliccare **Stat>DOE>Taguchi>Predict Taguchi Results** per prevedere il rapporto tra il segnale rumore e le caratteristiche di risposta per le nuove impostazioni del fattore selezionato.

ESEMPIO DI UN TAGUCHI DESIGN

La seguente tabella visualizza un L8 (2⁷) Taguchi Design. L8 significa 8 serie. (2⁷) significa 7 fattori con 2 livelli ognuno.

Se è stato utilizzato il disegno fattoriale completo, avremmo 2⁷= 128 prove da effettuare. La matrice L8 (2⁷) richiede solo 8 prove da effettuare - una frazione del disegno fattoriale completo. Questa matrice è ortogonale; i livelli dei fattori hanno lo stesso peso su tutta la progettazione. Le colonne della tabella rappresentano i fattori di controllo, le righe della tabella rappresentano le serie (combinazione dei livelli dei fattori) e ogni cella della tabella rappresenta il livello del fattore di quella serie.

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

L8 (2⁷) Taguchi Design: in questo esempio, i livelli 1 e 2 si verificano 4 volte in ciascun fattore della matrice. Se si confrontano i livelli del fattore A con i livelli del fattore B, si vedrà che B1 e B2 avvengono ogni 2 volte in concomitanza con A1 e 2 volte in concomitanza con A2. Ogni coppia di elementi è bilanciata in questo approccio, lasciando i fattori ad una valutazione autonoma.

COME FA MINITAB A SCEGLIERE IL TAGUCHI DESIGN DI DEFAULT?

Per i modelli a 2 livelli basati su matrici L8 (3 o 4 fattori), L16 (3-8 fattori) e L32 (3-16 fattori), Minitab sceglierà un disegno fattoriale completo, se possibile. Se un disegno fattoriale completo non è possibile, allora Minitab sceglierà un Resolution IV Design.

Per tutti gli altri modelli, i disegni di default in Minitab si basano sul catalogo dei disegni di Taguchi e Konishi.

Minitab ha un approccio diretto nel determinare le colonne predefinite che vengono utilizzate in uno qualsiasi dei vari disegni ortogonali. Diciamo che si sta creando un Taguchi Design con fattori k. Minitab prende il primo k di colonne della matrice ortogonale.