

# Un possibile utilizzo della simulazione Monte Carlo per progettare nuovi prodotti

Bruno Scibilia

Si supponga di aver progettato un prodotto nuovo di zecca. Ora è necessario assicurarsi che esso sia stato realizzato secondo i migliori standard di qualità e di affidabilità. Si ha la necessità di muoversi rapidamente e senza soluzione di continuità dalla ricerca e sviluppo, fino alla produzione di massa. Per aumentare la produzione, il team di progettazione deve fornire le giuste specifiche dei componenti ai fornitori e queste specifiche dei componenti saranno convertite in “finestre di processo” sui processi di fabbricazione attuali.



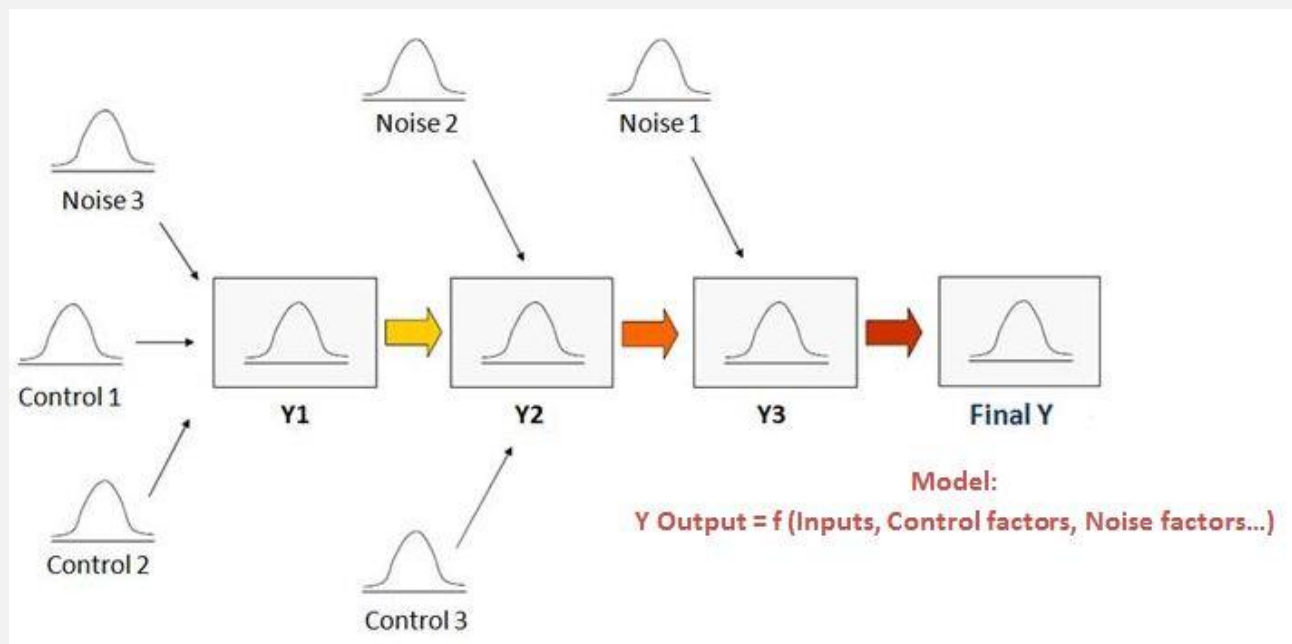
## OTTIMIZZAZIONE

Che l’impianto di produzione si trovi vicino o lontano, in un altro paese e che questo sia di proprietà dell’azienda o di un fornitore esterno, per rendere il prodotto facile da fabbricare, il team di progettazione deve consegnare la giusta “ricetta” al produttore (specifiche, set-up di produzione ottimizzati, ecc.). Se questa fase di “tolleranza” non viene eseguita correttamente, gli ingegneri di produzione dovranno ricorrere alla loro creatività per risolvere i disallineamenti e regolare le impostazioni del prodotto. Ovviamente, questa non è l’opzione migliore in quanto coinvolge le caratteristiche del prodotto e ciò può avere un impatto negativo sul time-to-market.

## STIME DELLA CAPACITÀ

Purtroppo, tutti i processi sono influenzati da varie fonti di variazione (ambientali e/o variabilità del processo) e questa variabilità spesso causa gravi problemi di qualità. Se le specifiche del prodotto sono sufficientemente grandi rispetto alla variabilità complessiva del processo, il risultato sarà quello di ottenere prodotti di alta qualità a basso costo (quindi, con un alto valore dell’indicatore di capacità Ppk). Se questo non è il caso, la percentuale di fuori specifica dei prodotti potrà aumentare notevolmente.

Consideriamo il grafico sottostante. Ci sono molti input ed un solo output. Alcuni input sono parametri controllabili, ma alcuni sono fattori di disturbo incontrollabili.



In questa fase, solo pochi prototipi potrebbero essere disponibili per validare il progetto; tuttavia, modelli basati su disegni sperimentali (DoE), Computer-Aided Design o modelli fisici noti, possono consentire di studiare il modo in cui la variabilità in input si propagherà sul risultato finale e da quel che si può prevedere, valori di capacità che ci si può aspettare quando verrà lanciata la produzione.

## IL METODO DI SIMULAZIONE MONTE CARLO

Il metodo di simulazione Monte Carlo è una tecnica probabilistica basata sulla generazione di un gran numero di campioni casuali per simulare la variabilità di un sistema complesso. L'obiettivo è quello di simulare e testare il più velocemente possibile in modo da poter anticipare i problemi di qualità, evitare costose modifiche di progettazione che potrebbero essere richieste in fasi successive e rendere la vita molto più facile in produzione.

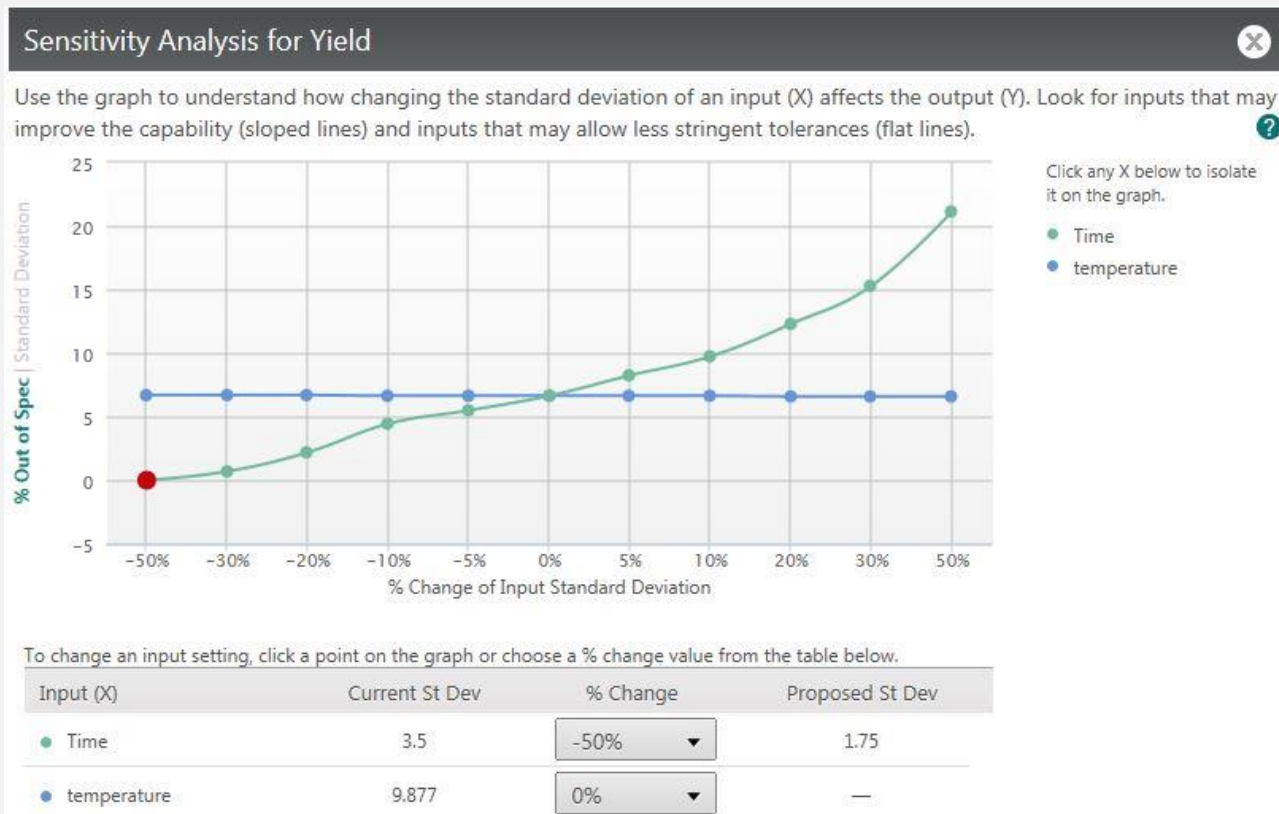
Il metodo Monte Carlo ha la reputazione di essere di difficile implementazione, ma strumenti software ne hanno reso molto più facile l'applicazione. Ad esempio, *Devize*, software di simulazione Monte Carlo di Minitab progettato per gli ingegneri di processo.

Ogni input nel vostro modello è caratterizzato da una media ed una varianza. Identificare la distribuzione probabilistica corretta può richiedere una conoscenza più approfondita del modo in cui si comportano gli inputs. Per semplificare questa fase, la distribuzione triangolare può essere utilizzata per indicare semplicemente un minimo, un massimo e i valori più probabili.

## ANALISI DELLA SENSIBILITÀ

Quando si effettua una simulazione Monte Carlo, se l'indice di capacità previsto è insufficiente e se alcuni miglioramenti raggiungono un livello di qualità accettabile, la variabilità su alcuni input dovrà essere ridotta. La riduzione della variabilità è un'attività che può essere molto costosa;

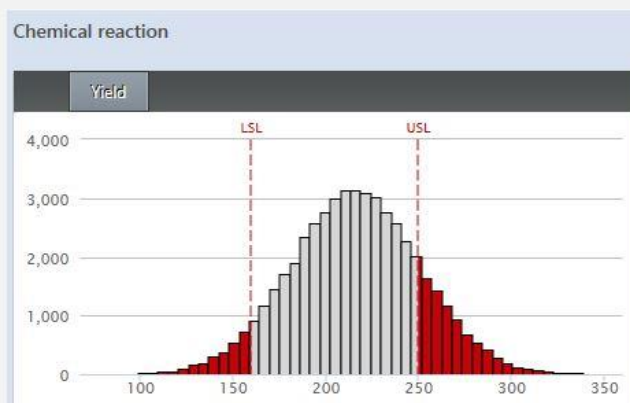
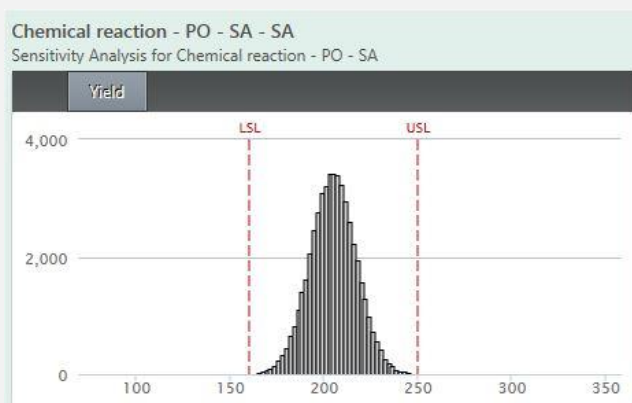
pertanto, si dovrebbe davvero concentrarsi su quelle poche variabili che porteranno a maggiori guadagni in termini di miglioramento della capacità.



Il grafico sopra illustra un'analisi di sensibilità, in cui si prevede una riduzione della deviazione standard di un particolare input (curva verde) per determinare una drastica riduzione della percentuale di fuori specifica.

## PROGETTAZIONE ROBUSTA

Alcuni parametri che sono facilmente controllabili (fattori di controllo) nel vostro sistema possono interagire con i fattori di disturbo. Ciò significa che un fattore di disturbo può essere modificato da un fattore controllabile. Se questo è il caso, queste interazioni possono essere utilizzate per attenuare gli effetti del rumore e rendere il processo o il prodotto più robusto alle fluttuazioni ambientali. Effetti non lineari possono anche essere utilizzati per migliorare la robustezza alle fluttuazioni.



Nel grafico di cui sopra, dopo l'ottimizzazione e dopo un'analisi di sensitività, la variabilità di un ingresso è stata ridotta in modo che la variabilità della produzione, che era troppo grande rispetto alle specifiche (parte destra del diagramma) è ora ben all'interno delle specifiche (parte sinistra).

## CONCLUSIONI

Questa procedura di simulazione è iterativa e permette di:

- progettare con valori nominali;
- simulare la variabilità per prevedere gli indici di capacità di processo;
- analizzare la sensibilità;
- ridisegnare o ri-centrare fino a quando il sistema soddisfa tutti i requisiti.

Le simulazioni Monte Carlo sono spesso una parte cruciale dei progetti DFSS (Design for Six Sigma) o DMADV (Define Measure Analyze Design Verify). Le attività di innovazione svolgono un ruolo vitale come le economie diventano più avanzate e più dinamiche. Come ci muoviamo nella fase dall'innovazione, l'approccio basato sulle simulazioni diventerà sempre più importante.

La simulazione Monte Carlo nel passato veniva poco utilizzata a causa degli elevati costi computazionali, ma oggi non è più il caso considerata la disponibilità di strumenti di calcolo molto potenti che si hanno a disposizione.