



# Companion by Minitab®

## Running a Monte Carlo Simulation

<https://youtu.be/OYFHUdKC5mc>

Stesura e adattamento a cura di Luca Biasibetti.

In questo articolo vedremo come impostare ed effettuare una Simulazione Monte Carlo con *Companion by Minitab*.

### Impostare una simulazione Monte Carlo

Per svolgere una simulazione Monte Carlo in *Companion by Minitab* è necessario accedere al menù **Insert** -> **Monte Carlo Simulation**. Nella **Roadmap** viene subito generato un collegamento alla simulazione che è possibile personalizzare modificandone il nome.

Per la nostra simulazione prendiamo in considerazione un esempio pratico relativo alla forza generata da una molla in un sistema assemblato.

Per prima cosa inseriamo gli input, scegliamo la distribuzione e specifichiamo il valore dei parametri. Se necessario, sarà possibile aggiungere un maggior numero di input anche in un secondo momento.

Poiché stiamo modellizzando la sovrapposizione del sistema che determina la compressione della molla, inseriamo una variabile di risposta chiamata *SpringCap*. Per inserirla manualmente è possibile utilizzare l'**Equation Editor**.

Se si hanno a disposizione dei limiti di specifica possiamo inserirli nell'apposito spazio mostrato in Figura 1. Anche in questo caso possiamo inserire questo tipo di informazioni in un secondo momento. In Figura 2 viene invece mostrato dove è possibile visualizzare la rappresentazione di ogni modello creato in relazione al numero di input e output inseriti. In questo modo è possibile verificare rapidamente se i parametri per la simulazione sono stati inseriti in modo corretto. Tale controllo è molto utile soprattutto quando si lavora con modelli multipli o complessi. Quando vengono impostati i propri modelli, qualche volta risulta più semplice separare le funzioni in più gruppi, specialmente in presenza di equazioni multiple.

### Separare le funzioni in più gruppi

La funzione impostata per la nostra simulazione rappresenta l'assemblaggio a cui è agganciata la molla. Creiamo quindi un gruppo chiamato Assembly cliccando su **Create Group**. Dopo aver creato un gruppo è possibile visualizzare gli input e gli output del modello così come la relativa funzione.

Creiamo ora un nuovo gruppo chiamato Spring ed inseriamo gli input *Free Length* e *Spring Rate*.

Se non si è sicuri in merito alla scelta della distribuzione degli un input, Companion può utilizzare dei dati campione per aiutare nella scelta della più opportuna. Clicchiamo su **Open File** e apriamo il file CSV contenente i dati relativi a *Spring Rate* ottenuti da un campione rilevato in laboratorio. Selezioniamo la colonna che vogliamo analizzare e clicchiamo su **Recommend Distribution**.

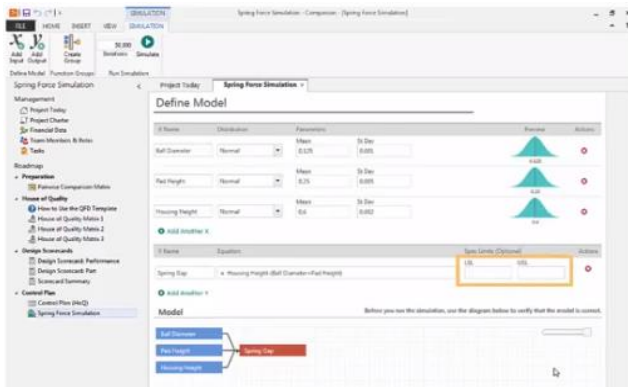


Figura 1: inserimento dei limiti di specifica.

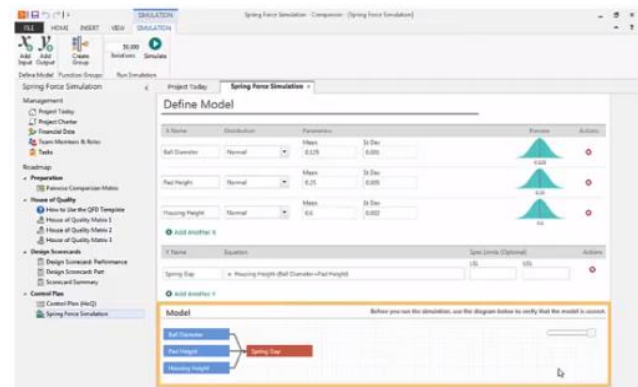


Figura 2: visualizzazione dei modelli.

Nonostante possano esserci diverse distribuzioni compatibili, *Companion* mostra le tre migliori, in ordine di bontà di adattamento (la finestra più grande mostra la distribuzione che meglio si adatta ai dati). Una volta scelta la distribuzione, *Companion* inserisce i parametri stimati. Aggiungiamo ora la relazione per descrivere la *Spring Force* ottenuta moltiplicando la costante elastica della molla per il suo allungamento/compressione.

Cliccando su **All Groups** possiamo vedere come gli input ed output derivanti dai diversi gruppi siano collegati gli uni con gli altri.

Possiamo inoltre scegliere di visualizzare il modello da due diversi punti di vista: cliccando sui due Tab (**Assembly** e **Spring**) è possibile analizzare i gruppi in modo individuale.

Clicchiamo ora su **Simulate** per effettuare la simulazione. Appaiono quindi i risultati principali con la possibilità di essere espansi mediante dettagli aggiuntivi disponibili nella sezione **More Results**. Per vedere i singoli modelli possiamo cliccare sui rispettivi Tab, mentre cliccando su **All Groups** appariranno i risultati provenienti da ciascun modello ma in un unico output.

## Next Step

Basandosi sui risultati, *Companion* raccomanda un follow-up composto da azioni supplementari presenti nella sezione **Next Step**:

- se la simulazione effettuata non presenta limiti di specifica, *Companion* suggerirà di aggiungerli al passo successivo (*next step*);
- se i limiti di specifica risultano invece già fissati, e la capacità del processo (Process Capability) è al di sotto di livelli accettabili, *Companion* suggerisce di procedere con una Parameter Optimization. Se invece la Capability è al di sopra di 1.67, *Companion* suggerirà invece una **Sensitivity Analysis**.

Se è stato commesso un errore nel settaggio delle impostazioni o sono state fatte delle assunzioni scorrette, è possibile cliccare su **Edit Model**, correggere le imprecisioni e ripetere l'analisi.

Ricordiamo inoltre che è disponibile Il **Context Sensitive Help**, una guida aggiuntiva utile per poter svolgere tutte le azioni in modo corretto e nel giusto ordine.

Vediamo ora come svolgere una Parameter Optimization.

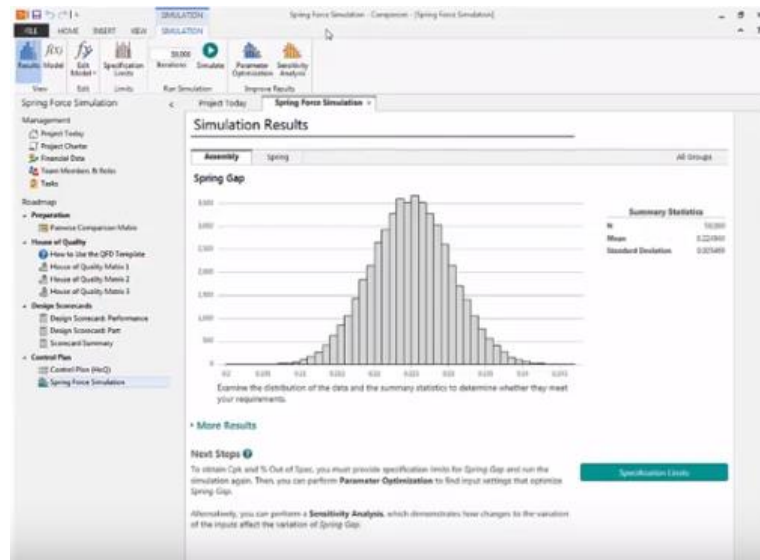


Figura 3: risultati della simulazione Monte Carlo.

## Parameter Optimization

La Parameter Optimization identifica le impostazioni ottimali per gli input controllabili che potrebbero migliorare il processo in funzione dell'obiettivo da raggiungere.

E' importante dunque in primo luogo definire il proprio obiettivo, di seguito alcuni esempi:

Goal -> Set Target  
Objective -> Mean

Goal -> Minimize  
Objective -> % Out of Spec o DPMO

Goal -> Maximize  
Objective -> Cpk

## Define Search Range

Per definire il range di ricerca (Define Search Range) basato sul proprio processo, bisogna specificare le impostazioni per i parametri in input così che *Companion* non possa consigliare impostazioni irraggiungibili. *Companion* identifica quindi le impostazioni per gli input ottimizzati e mostra il miglioramento che ci si può aspettare di raggiungere utilizzandoli dopo aver svolto una Parameter Optimization. I risultati verranno successivamente aggiunti alla **Roadmap** in modo automatico.

## Companion Sensitivity Analysis

Una Sensitivity Analysis mostra l'effetto del cambiamento dovuto alla variazione degli input sulla risposta. Può aiutare a decidere quando si ha o non si ha un valore aggiunto (in termini di tempo e denaro) a ridurre la variabilità di un input. E' possibile quindi visualizzare un grafico che mostra l'effetto che si ottiene modificando la variazione di un singolo input alla volta mantenendo gli altri costanti e poi stimare l'effetto sulla risposta. L'asse delle ascisse rappresenta la % *Change in Variation*. L'asse delle ordinate rappresenta invece la *Deviazione Standard*, oppure la % *Out of Spec* se si hanno dei limiti di specifica per la risposta. Ogni linea del grafico rappresenta un input. Per visualizzare ogni singolo input è possibile cliccare sulla lista nella parte destra del grafico.

Come per la Parameter Optimization, la Sensitivity Analysis mostra il miglioramento che ci si può aspettare utilizzando le nuove impostazioni. I risultati vengono aggiunti anche in questo caso alla **Roadmap** in modo automatico.

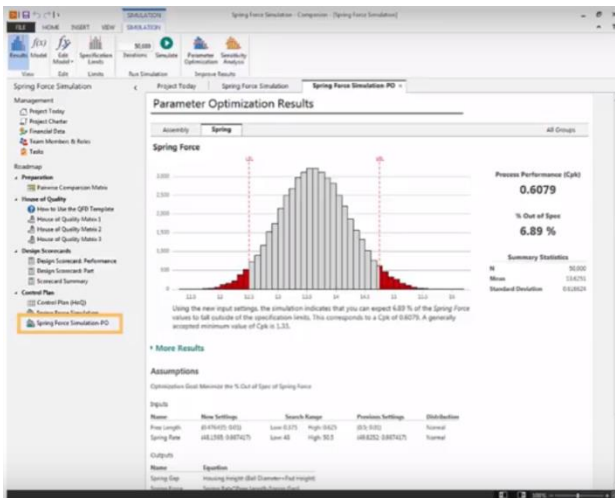


Figura 4:Parameter Optimization.



Figura 5: Sensitivity Analysis.

## Esportare la simulazione

Per esportare la simulazione effettuata si deve cliccare con il tasto destro del mouse sul collegamento presente nella **Roadmap**. Da questo menù è possibile scegliere l'opzione PDF per esportare i risultati ed eventuali grafici mostrati nello workspace oppure l'opzione CSV per l'esportazione tabellare dei dati simulati.