

練習 5 執行敏感度研究

現在，你知道如何製作一運動模組模型、執行標準研究、和如何在你的模型放設計變數。

這最後練習使用區域敏感度、全域敏感度、和最佳化研究來改進你的設計。下表比較標準、區域敏感度、全域敏感度、和最佳化研究：

研究類型	為何要使用它	可利用的結果
Standard (標準)	爲了看到你的設計移動和找出： <ul style="list-style-type: none">• 它撞到任何不該撞的東西• 它可以作想要的運動• 什麼是在接頭的反作用負載	可利用的結果的完整範圍包括動畫、查詢、和圖形。
Local Sensitivity (區域敏感度)	當你有多重的參數和你想要決定那個參數對一給定的測量有最大的衝擊。	每一測量對每一參數的敏感度表，敏感度值是全域敏感度曲線的斜率。
Global Sensitivity (全域敏感度)	當你想要看每次掃描一參數橫跨它的範圍的效應。	任何測量對被選作全域敏感度研究之參數的圖形。
Optimization (最佳化)	給定一目標和幾個限制，找到最好的設計。	最佳化模型加上完整結果。

要瞭解當你執行一全域敏感度研究時發生什麼事，想像製作 10 個割草機模型的複製模型，和在每一模型製作一不同長度的曲軸平衡配重。

接著，想像在每一模型執行一標準研究，然後查看軸承反作用對時間的圖形，這個過程與你在練習 4 所作執行標準研究和查看結果是相同的。

想像每次你查看圖形之一，你寫下最大軸承反作用和平平衡配重的長度，如果你將這些數字畫在一張圖紙，你將有與來自執行一全域敏感度研究相同的結果。

一全域敏感度的結果是容易解釋和允許你從一圖形選擇一較好的設計。實際上，如果你要執行區域敏感度研究，你將可能在執行全域敏感度研究之前先執行它們，但是，首先解釋全域敏感度研究是較容易。

一全域敏感度研究給你一測量對一參數整個範圍的一曲線，而一區域敏感度研究給你這參數在一給予設定值上曲線的斜率，事實上，它給你所有測量對所有參數的斜率。

爲了得到這斜率，一標準研究是被執行用所有參數設定在 0.5 % 小於目前的值，然後在 0.5 % 多於目前值，對於每一參數，兩個研究是被執行和所有測量對所有參數的斜率或敏感度被計算。

一區域敏感度結果是比一全域敏感度結果更難解釋，這數字僅是當你考慮那個參數對一給定測量有最強的效應時才有意義，敏感度越大，這測量的影響越強。

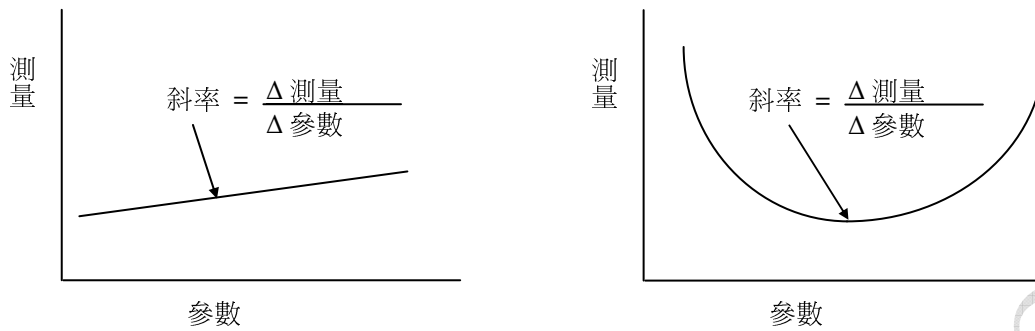
不是所有全域敏感度曲線都是直線的事實造成解釋的困難，如果你得到敏感度的一低值，你必需決定這全域敏感度曲線是否爲一直線，這意味這個參數不是很重要的；或如果你是在全域敏感度曲線上接近一反曲點，這經常意味參數的目前設定值是接近最佳值。

記住當你查看區域敏感度結果，你沒有全域敏感度曲線可參考。如果你真已計算全域敏感度曲線，則執行一區域敏感度研究是浪費時間。爲了更加瞭解這個兩難，考慮下列得到相同區域敏感度值的兩曲線：

在左圖的曲線是直的且相對地平，敏感度是在變數 50% 的範圍計算且是小的。對於這個情況，正確的結論是這參數有一很小的效應，所以你可以設定這參數到適合你的任何值。

在右圖的曲線是更複雜具有一最小值點，同樣，敏感度是在 50% 的範圍計算且是小的。這次你發現一最小值，

在全域敏感度曲線上一最小值經常就是你的目標設計。



建立一區域敏感度研究

在這個練習，你將執行一區域敏感度研究，以決定是否平衡配重的長度或活塞的內直徑對軸承反作用有最強的影響。

設有條件的負載

在下列步驟，你將在所有刀片和活塞力施加一條條件將它們關閉，除非模擬時間超過 100 秒，這效果等於是在你即將執行分析期間排除這力進來作用。

1. 如果 **mower_2** 不是目前的組件，**Open (開啓)**它。
2. 變更到一內定視圖。
3. 從 MEC MOTION (運動)模組，選取 **Model (模型): Loads (負載): Edit (編輯): Magnitude (大小)** 和選取活塞力。
4. 在資料表格的下方選取 **Conditionally (有條件地)**。
5. 選取 **Measure (測量)**鈕和一測量的清單出現。
6. 選取 **Time (時間)**，然後 **Accept (接受)**。
7. 回到 **Edit Follower Force (編輯從動力)**資料表格，注意給 **Time (時間)**的條件已增加，在輸入框輸入 **100** 使得這有條件的陳述為時間是大於或等於 100 sec。

注意這大於或等於鈕，選取這鈕看還有什麼可用的選項，但確定保持它為大於或等於。

你可以讀這條為「僅當時間是大於或等於 100 秒，力才是活動的。」除非這條為真，否則沒有力被施加。在相同的力上放多重的條件是可能的，如果你這樣做，僅條件之一必須為真，力就被施加，這是運動模組一個很強的特徵。

對於這模型，你使用有條件的力主要是當作關閉這力的一簡便方式，你也可以簡單地刪除這力，但在稍後如果你需要使用它們你將必須再放回它們。這個方式的另一優點是，如果你想要執行一分析具有這力，你可以簡單地設定這開始時間大於 100，你的分析將進行而無需重新建立運動方程式，一顯著的時間節省。

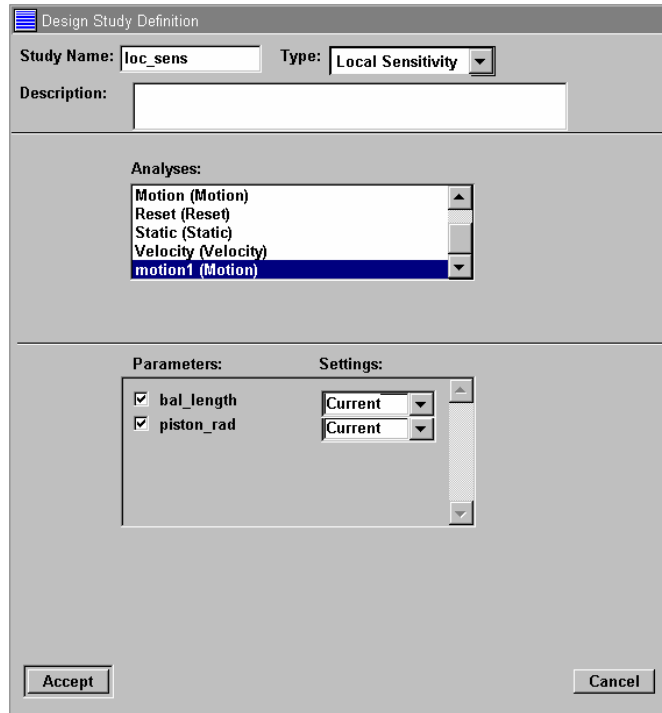
8. 選取 **Accept (接受)**。
9. 在兩刀片力上設定相同的條件。

建立區域敏感度設計研究

接著，你將設立和執行一區域敏感度設計研究。

1. 從 MEC MOTION (運動)模組選單，選取 **Design Study (設計研究)**。

2. 填寫資料表格如下所示：

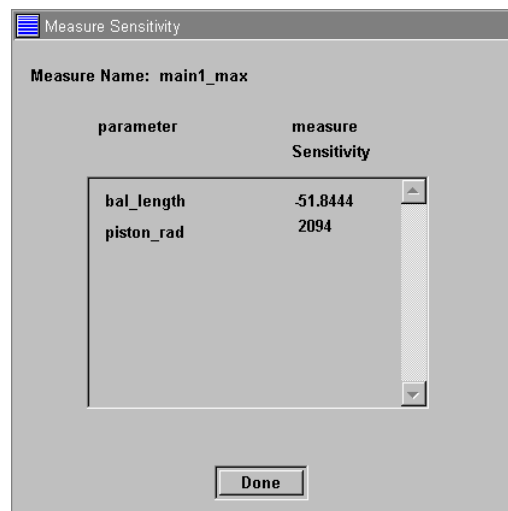
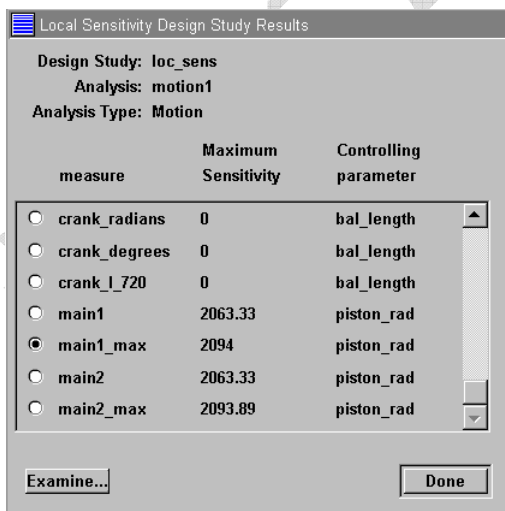


3. 選取 **Accept (接受)**，然後選取 **Done (完成)**。
4. 選取 **Run (執行)**。
5. 確認 **loc_sens** 被選擇，然後選取 **Start (開始)**。

檢查區域敏感度結果

在下列步驟，你將檢查這結果和決定那兩個參數對軸承反作用有最大的衝擊。

1. 如果你讀 **Local Sensitivity Design Study Results (區域敏感度設計研究結果)**資料表格，你可以直接看到那個參數是測量 **main1_max** 的控制參數。
2. 選取測量 **main1_max**，然後選取 **Examine (檢查)**以得到這測量對兩參數之敏感度的完整報告。



注意，最大反作用力對一變更在活塞半徑比在平衡配重長度是要更敏感，這數字正負號也是重要的。

3. 選取 **Done (完成)**、**Return (返回)** 和 **Done (完成)** 兩次。

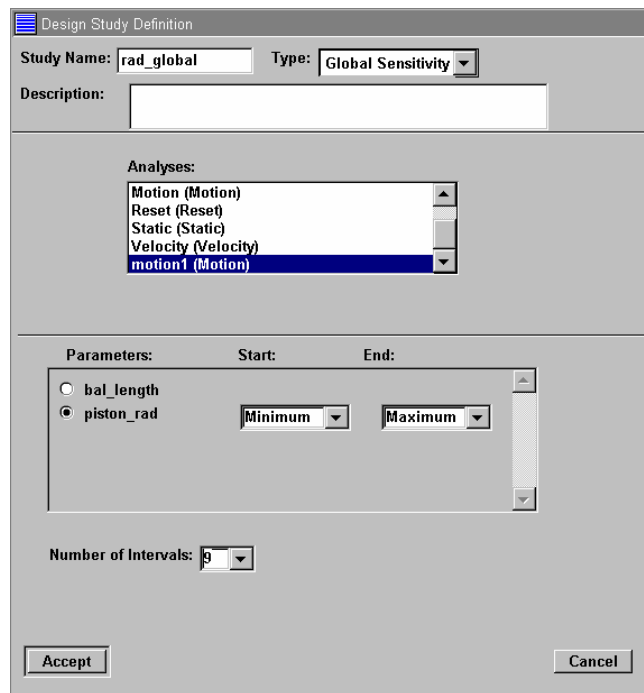
建立一全域敏感度設計研究

在這一節，你將建立和執行一全域敏感度研究，其含有九個區間及使用參數 `piston_rad`。在執行設計研究之後，你將設定 `piston_rad` 到由全域敏感度研究獲致最好的設計。然後，作一全域敏感度研究以決定參數 `bal_length` 最好的值。

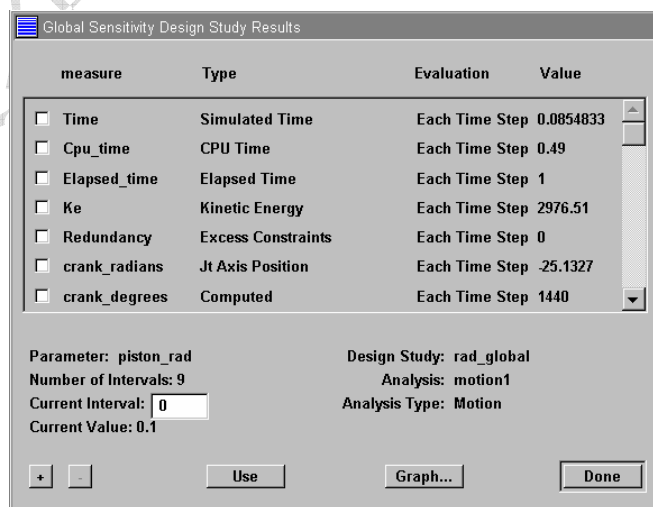
建立 `rad_global` 敏感度研究

你的第一任務是去設置和執行對參數 `piston_rad` 的全域敏感度。

1. 確認初始條件仍然在。提示：使用 **Model (模型): Init Conds (初始條件): Edit (編輯): Joint Axis (接頭軸)**。
2. 選取 **Design Study (設計研究): Create (建立)**。
3. 填寫資料表格如下顯示：



4. **Accept (接受)** 這表格和選取 **Done (完成)**。
5. 選取 **Run (執行)**。
6. 由清單選取 `rad_global` 研究和按 **Start (開始)** 鈕。



當這研究進行，你應該看到活塞的內半徑變更。當 **Global Sensitivity Design Study Results (全域敏感度設計研**

究結果)表格出現，你知道這研究已完成。

結果資料表格

結果資料表格提供你下列關於設計研究的資訊：

計算的測量— 列出的首五個測量是標準測量包括在每一設計研究，這些測量之下是你定義的測量，每一測量是按它的類型、它是如何估計、和在執行最後迭代它的結果值等列出。

名稱—資料表格的底部包括含在研究內參數的名稱、設計研究的名稱、和使用分析的名稱和類型。

區間—

- 區間的數目顯示你指定多少區間給這研究。
- 目前的區間顯示在參數範圍內你正檢視測量值所在的區間。
- 目前的值顯示在目前區間這參數的值。
- + 和 - 鈕逐步通過區間以顯示在每一步的測量值。

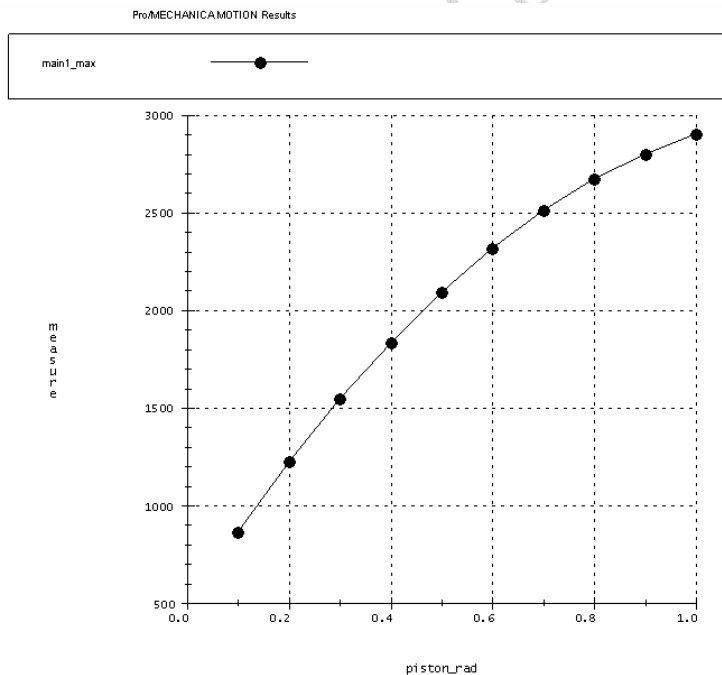
使用— 顯示結果在你輸入給目前區間的區間。

圖形— 顯示圖形結果給上至六個測量。

畫結果圖

接著，你將畫全域敏感度研究的結果圖形。

1. 從這清單選取測量 **main1_max**。
2. 選取 **Graph (圖形)**鈕，你將得到一圖形如下：

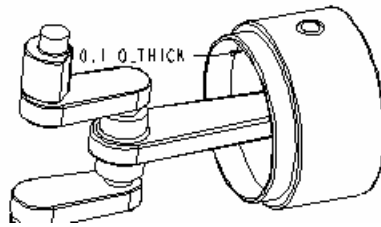


從這圖形你可以看到當內活塞半徑增加，反作用力保持上升，這是有意義的，因為活塞變較重當壁厚增加。因為這圖形沒有反曲點，你可以結論說最好的設計是使活塞越薄越好。

3. 選取 **Done (完成): Return (返回)** 和 **Done (完成)** 以完成查看這圖形。

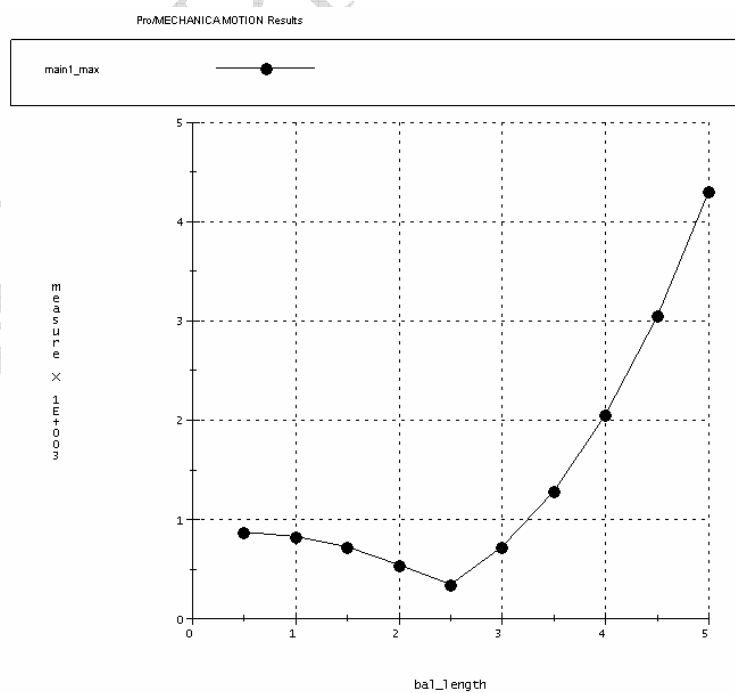
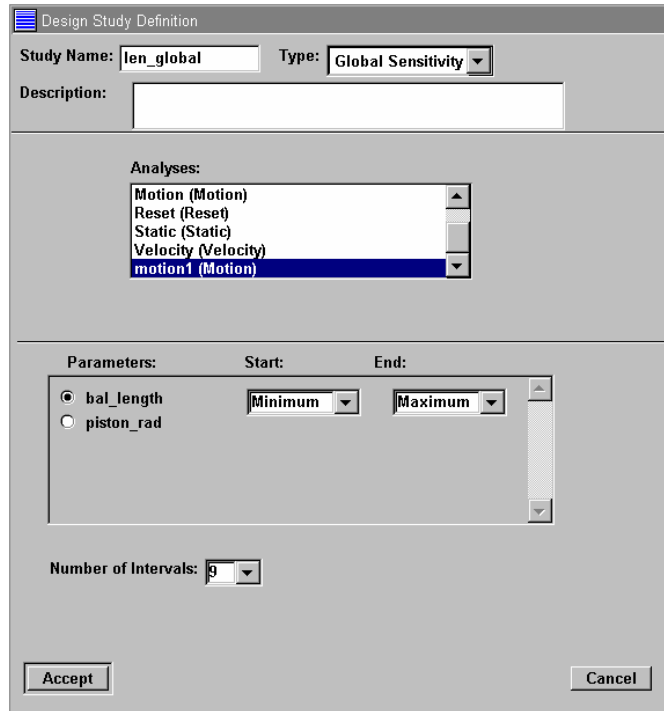
變更活塞半徑

你的敏感度研究指出活塞應該是越輕越好，前進和返回到組立模式，降低活塞的殼厚度到 **0.1**。



建立 len_global 敏感度研究

執行一全域敏感度研究含有九個區間及使用參數 `bal_length`，軸承反作用力的結果圖形看起來如下：



這圖形有一反曲點，最好的設計是在反作用為最低，最小值是位在接近 2.5 處。

定義最佳化

兩全域敏感度研究已幫助你改進設計，這設計的最後微調是最好藉執行一最佳化研究來達到。

建立一最佳化研究

使用一初始猜測值 0.1 給 piston_rad 和 2.5 給 bal_length，你將找到使測量 main1_max 最小化的設計。

1. 選取 **Model (模型): Design Study (設計研究): Create (建立)**。
2. 從這 Type (類型) 選單，選擇 **Optimization (最佳化)**。
3. 鍵入 **optimize** 當作 Study Name (研究名稱)。

按內定，運動模組選取 Goal (目標)和 Limits (限制)兩者。雖然使用兩者是可能的，你不需要兩者以執行一最佳化，一最佳化設計研究需要至少其中之一。

4. 在這模型，你有一目標但無限制，關閉靠近 **Limits (限制)** 的鈕。
5. 檢視靠近 **Goal (目標)** 選項選單，下列選項是可利用的：

Minimize (最小化)— 運動模組嘗試使目標測量越負值越好。

Maximize (最大化)— 運動模組嘗試使目標測量越正值越好。

Minimize Abs Val (最小化絕對值)— 運動模組嘗試最小化目標測量的絕對值，使它越接近零越好。

Maximize Abs Val (最大化絕對值)— 運動模組嘗試最大化目標測量的絕對值，使它越遠離零越好。

6. 選取 **Minimize (最小化)**。
7. 使用從 Measure (測量)橫越的 **Select (選取)** 鈕，選取測量 **main1_max**。
8. 使用從 Analysis (分析)橫越的 **Select (選取)** 鈕，選取分析 **motion1**。
9. 選取參數 **bal_length** 和 **piston_rad**。
10. 在 **Init (初始)** 欄鍵入 **2.5** 和 **0.1** 為每一參數輸入初始的開始位置。

在你的最佳化執行期間，運動模組變化這設計變數或尺寸參數，其結合你選取以達到目標或限制的參數。初始值定義這參數在最佳化研究開始的位置。

Design Study Definition

Study Name: Type:

Description:

Goal: Measure: main1_max
Analysis: motion1

Limits On Measures:

Parameters: Min: Init: Max:

Parameters:	Min:	Init:	Max:
<input checked="" type="checkbox"/> bal_length	<input type="text" value="Minimum"/>	<input type="text" value="2.5"/>	<input type="text" value="Maximum"/>
<input checked="" type="checkbox"/> piston_rad	<input type="text" value="Minimum"/>	<input type="text" value="0.1"/>	<input type="text" value="Maximum"/>

Optim Convergence (%): Max Iterations:

11. 對於 **Optim Convergence (最佳化收斂)**，接受內定的 **1**。

運動模組使用這個百分比以決定何時最佳化已收斂，運動模組也使用這收斂值以決定一限制是否符合。例如，如果收斂值是 1%，運動模組保持這限制滿足於輸入值的 1%之內。

12. 對於 **Max Iterations (最大迭代)**，接受內定的 **20**。

對每一迭代，運動模組計算這分析和變更這參數值，運動模組繼續這最佳化研究直到它達到收斂值或最大迭代值兩者之一，運動模組也檢查看目標或限制是否符合。

13. 當你的表格看起來如所示，選取 **Accept (接受)**。

14. **Run (執行)** 這研究。

執行一最佳化

當這執行開始，運動模組執行下列步驟：

- 檢查錯誤
- 連結到運動模組引擎
- 建立一 `mmenglog` 檔案
- 建立一 `mmoptlog` 檔案
- 產生一模擬器
- 執行最佳化設計研究

在每一迭代，運動模組作下列事情：

如果研究有一目標，運動模組在訊息視窗區顯示這目標測量的值。

如果研究有限制，運動模組在訊息視窗顯示這最大數量所違反限制的名稱和這數量大小。

在最佳化的結束，運動模組以在執行期間找到最好的參數設定來執行包括在研究定義的分析。

在執行期間，運動模組建立和更新一記錄檔案稱為 `mmoptlog`，這是位於目前的目錄，它是一文字檔案包含在研究的每一迭代中每一參數的值、目標測量的值、和每一限制測量的值和狀態，你可以在 **Pro/M** 外面檢視 `mmoptlog` 檔案，例如，使用一文字編輯器。

每次你執行一最佳化研究，一新的 `mmoptlog` 檔案覆寫目前的記錄檔案，如果你想要儲存記錄檔案以比較在不同設定的結果，當這研究完成時複製這檔案到一新的名稱。

在每一迭代運動模組符合這研究之分析相關的初始條件，但不清除它們，在研究完成之後初始條件仍是設定著。

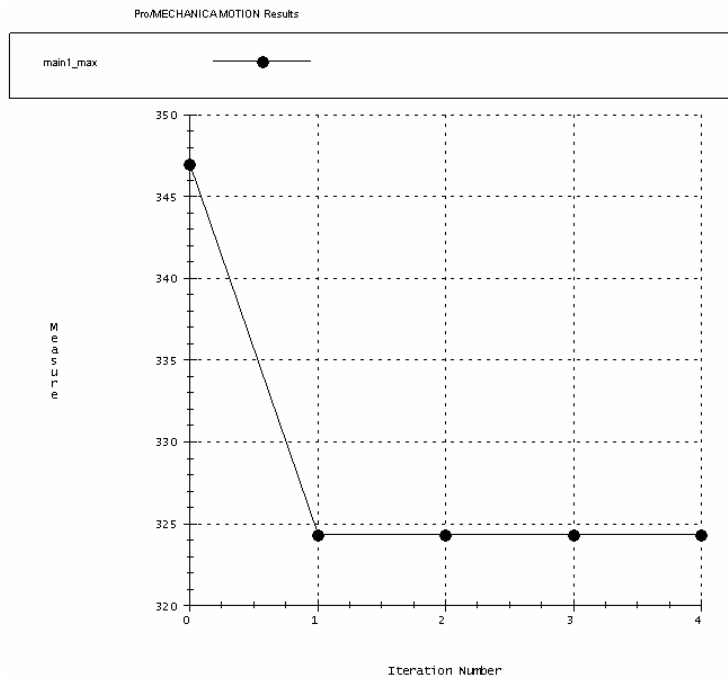
運動模組以四種方式報告一最佳化設計研究的結果：

- 在這研究一給定迭代，列出測量的值
- 顯示圖形上至六個測量和迭代的數目
- 在這研究每一迭代，建立文字報告顯示所有參數的值、目標測量、和限制測量
- 使你能檢視關於這研究之分析可利用的結果，這分析是執行在這研究用來達到最好設計的最後參數值。

藉接受在最佳化執行的結束所顯示新的參數設定，你可以檢視這些分析結果。如果你不接受這參數設定，沒有分析結果可報告。

檢視最佳化

1. 在交談框通知你最佳化已成功地完成，選取 **Yes (是)**。
2. 選取 **Yes(是)** 以接受這最佳化參數設定。
3. 打開測量 **main1_max** 和選取 **Graph (圖形)**。



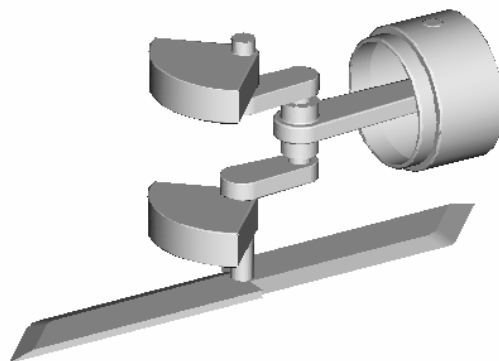
這圖形的 x 軸代表最佳化器經過的迭代次數以降低反作用力，注意在一次迭代之內，反作用力是降低到這最佳值，更進一步迭代並不產生力的降低大於 1%，因此在三次迭代之內，你已求解了這最佳設計。

4. 從 GRAPH CTRL (圖形控制)選取 **Done/Return (完成/返回)**和 **Done (完成)**。
5. 選取 **Model (模型): Dsgn Controls (設計控制): Design Params (設計參數)**。
6. 明示 **bal_length** 和選取 **Review (檢視)**。
7. 注意這 **Current (目前)**值就是最佳化值。
8. 選取 **Accept (接受)**。
9. 明示 **piston_rad** 和選取 **Review (檢視)**。
10. 注意這最佳值。
11. 選取 **Done (完成)**。

注意這最佳值是很接近於你指定在最佳化表格的初始值，它是這個原因使這最佳化器僅需要三次迭代便找到最低的反作用力，所以記住，給參數一個好的開始位置可以真地加速事情！

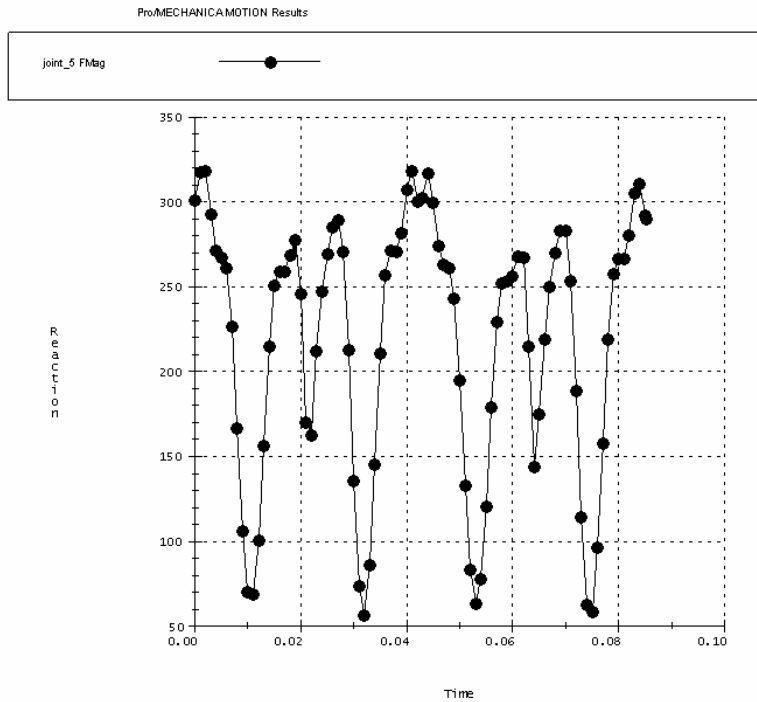
比較初始和最佳化的設計

一旦你已最佳化你的設計，它是一好構想回去和再執行一標準研究，所以你可以看到每件事仍是正確地工作而無碰撞等，這也將給你機會去比較你的最好設計和你的初期設計。

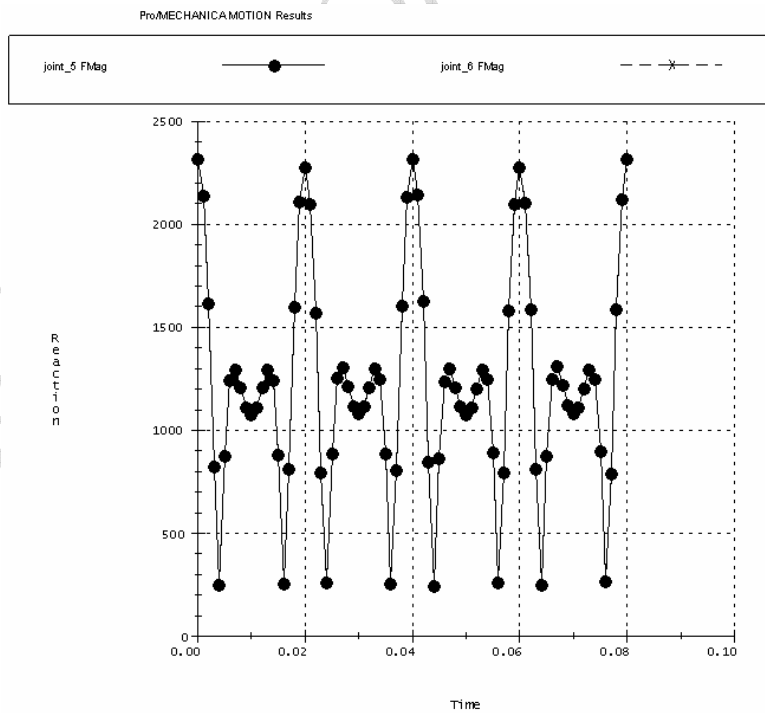


1. 為你最好的設計 **Run (執行)** 分析 **motion1**，使用相同的初始條件如同先前，和執行這模型通過四個完整的迴轉，不要忘記重新打開你的負載！
2. 作一主要軸承反作用對時間的圖，注意最大值反作用大約是 320 磅。
3. 為這最佳化設計，畫上曲軸接頭反作用對時間的圖。

最佳化設計



初始設計



總結

注意在原始的設計這反作用是 2340 磅，恭喜，你剛已使用運動模組除去超過 2000 lbs 的反作用力！你必定保有你的工作到另一個月而且你正被考慮加薪。