

(95)電返國報字第 16 號出國報告  
行政院及所屬各機關因公出國報告書  
(出國類別：實習)

參加特殊保護系統技術轉移之訓練課程  
出國報告

服務機關：台灣電力公司

出國人員：

姓名	職稱	單位	姓名代號	出國計畫
蔡文達	電機工程監	電力調度處	026688	95 年度 第 16 號
李宏宇	電機工程師	電力調度處	027060	

出國地區：加拿大

出國期間：95 年 11 月 23 日至 95 年 12 月 20 日

報告日期：96 年 2 月 12 日

## 行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：參加特殊保護系統技術轉移之訓練課程		
出國人姓名	職稱	服務單位
蔡文達 李宏宇	電機工程監 電機工程師	電力調度處 電力調度處
出國期間：95年11月23日至95年12月20日		報告繳交日期：96年02月12日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會)，與同人進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式：	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 2.退回補正，原因：_____ <input type="checkbox"/> 3.其他處理意見：	

說明：

- 一、 出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、 各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、 審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人：  
 單位主管：  
 主管處主管：  
 總經理： 
 副總經理： 

QP-08-00 F06

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加特殊保護系統技術轉移之訓練課程

頁數 104 含附件 是 否

出國計畫主辦機關／聯絡人／電話：臺灣電力公司／陳德隆／23667685

出國人員姓名／服務機關／單位／職稱／電話：

蔡文達	臺灣電力公司	電力調度處	電機工程監	02-2366-6610
李宏宇		電力調度處	電機工程師	02-2366-6610

出國類別：1.考察 2.進修 3.研究 4.實習 5.其他：

出國期間：95 年 11 月 23 日至 95 年 12 月 20 日 出國地區：加拿大

報告日期：96 年 2 月 13 日

分類號／目

關鍵詞：特殊保護系統(SPS)、DSATools 分析程式、技術文件 (Technical Documents)、偶發事故(Contingency)

內容摘要：

- 一、本公司為防止類似 88 年 729 大範圍停電事故的發生，經「電力系統穩定度與可靠度改善小組會議」定期商議討論，並汲取與會專家學者委員意見，於 95 年完成特殊保護系統 (Special Protection systems, SPS) 之建置，然特殊保護系統中之決策表 (Lookup Table)，係決定系統在發生如 N-3 重大事故後，所必須採取之緊急控制措施以防止系統崩潰，如何根據系統之運轉狀態建置合適之決策表為成功防止系統大範圍停電之要素。
- 二、為此本公司與加拿大 PLI (Powertech Labs Inc., PLI) 公司進行特殊保護系統之決策表更新計畫技術服務案，該案包含分析程式工具、技術文件之提供及技術轉移教育訓練，以利未來決策表由公司自行更新。而技術轉移教育訓練由公司派員至 PLI 受訓，此為本次出國受訓主要依據。
- 三、SPS 決策表之更新係運用 PLI 公司開發之 DSATools 軟體進行相關之系統分析，學習技術文件 (Technical Documents)；包含電力潮流與穩定度之自動執行程式與步驟，故熟練技術文件內容，以公司自行更新 SPS 決策表為本計畫出國之主要任務。

# 參加特殊保護系統技術轉移之訓練課程

## 目 錄

	<u>頁次</u>
壹、心得與建議 .....	4
貳、出國目的 .....	6
參、出國行程 .....	7
肆、過程 .....	8
1. 貝詩省電力公司 (BC Hydro) .....	8
2. PLI 公司 .....	10
3. 技術文件 .....	13
3.1 目的 .....	13
3.2 問題描述 .....	13
3.3 分析所需之輸入資料 .....	14
3.4 格點電力潮流之準備 .....	16
3.5 SPS 動作之決定 .....	20
3.6 SPS 決策表之編輯 .....	22
伍、實習成果 .....	23
1. TSAT 之定義傳輸界面 (Interface) .....	24
2. TSAT 之區域電力傳輸 (Transfer) .....	29
3. TSAT 之偶發事故與清除時間 (Contingency) .....	38
4. VSAT 區域電力傳輸 P-V 曲線 .....	54
5. 核三廠出口線發生 N-3 後需降載能維持穩定 .....	60
6. 技術文件第 3、4 章中文翻譯 .....	85

## 參加特殊保護系統技術轉移之訓練課程

### 壹、心得與建議

- (一) 由於 PLI 公司 DSATools 為更新 SPS 決策表 (Look-up Table) 主要程式工具，加上其具備一系列之穩定度分析功能，亦對於本公司核心業務-電力系統系統分析-甚有幫助，建議長期購買 DSATools 軟體程式維護合約，以利後續 SPS 決策表更新之技術支援，提昇本公司 SPS 決策表更新技術及電力系統分析之核心業務能力。
- (二) PLI 公司每年定期開闢 DSATools 軟體訓練課程，亦可為用戶之需求量身訂製訓練課程，由於 SPS 為本公司首次裝置之系統，未來運作後可能遭遇疑難，若有原技術提供者支援，對將來公司自行更新 SPS 決策表，將有莫大之助益，故建請繼續派員參加 PLI 公司 DSATools 訓練課程及其 User Group 年度會議。
- (三) 本公司肩負國家供電安全可靠之重責大任，同時於全球著名大型電力公司亦佔有一席之地，公司為防範大停電事故所裝設之 SPS 全新系統，對長期改善公司供電可靠有其重要價值，同時亦提升公司之聲譽，但負責動作跳脫邏輯之 SPS 決策表，其每年繁重且耗時之系統分析更新業務，需有專職人力經常維護及更新測試，故建議於相關部門設立專職之單位，以利未來 SPS 之長期可靠運轉。
- (四) 電力潮流 basecase 之建立對系統分析模擬甚為基本且重要，加上各區域調度中心均已自動化，經 PLI 公司講授人員說明，美國與加拿大電力公司，每日各時點系統運轉相關負載資訊，由其資訊部門彙整並統一格式後提供運轉部門，以利其可隨時建立電力潮流 basecase 分析系統，對於電力系統運轉安全極有幫助。本公司

資訊部門已著手進行電力運轉即時資訊倉儲系統，即中央(CDCC)與各區域調度中心(ADCC)將其運轉資訊即時傳送至指定處儲存，並依下游使用單位之需求製作資料格式，供其運用。例如：運轉單位提供電力潮流負載資料格式，資訊部門利用電力倉儲系統製作電力潮流負載資料電子檔，供運轉部門視系統需要可隨時製作電力潮流 Basecase 分析系統各種運轉情況，進而更加提昇本公司電力系統之運轉安全。

## 貳、出國目的

台電系統在經歷民國 88 年 729 大範圍停電事件後，如何減少大停電發生機率遂成為本公司面臨的重大議題。特殊保護系統（Special Protection System, SPS）及防衛計畫已廣泛應用建構於世界各地，於改善系統穩定度、防止大停電事故發生甚有成效。特殊保護系統係為防止電力系統不穩定或崩潰的一種保護及緊急控制措施，藉由電腦自動卸除負載及發電機組等緊急控制措施來達成。

本公司為防止類似事故的發生，於 95 年建置完成特殊保護系統，然特殊保護系統中之決策表（Lookup Table）為決定系統在發生重大事故後，所必須採取防止系統崩潰之緊急控制措施，如何根據系統之運轉狀態建置合適之決策表為一成功防止系統崩潰之要素。

為此本公司委託加拿大 PLI (Powertech Labs Inc., PLI) 公司進行特殊保護系統之決策表更新計畫技術服務案，該案包含分析程式工具、技術文件之提供及技術轉移教育訓練，而技術轉移教育訓練由公司派員至 PLI 受訓，以利未來本公司具備自行更新決策表之能力。

SPS 決策表之更新係運用 PLI 公司開發之 DSATools 軟體進行相關之系統分析，學習技術文件（Technical Documents）；包含電力潮流與穩定度之自動執行程式與步驟，故熟練技術文件內容，以公司具備自行更新 SPS 決策表能力為本計畫出國之主要目的。

### 參、出國行程

本出國計畫，自 95 年 11 月 23 日起，至 95 年 12 月 20 日止，詳細行程如下表所示。

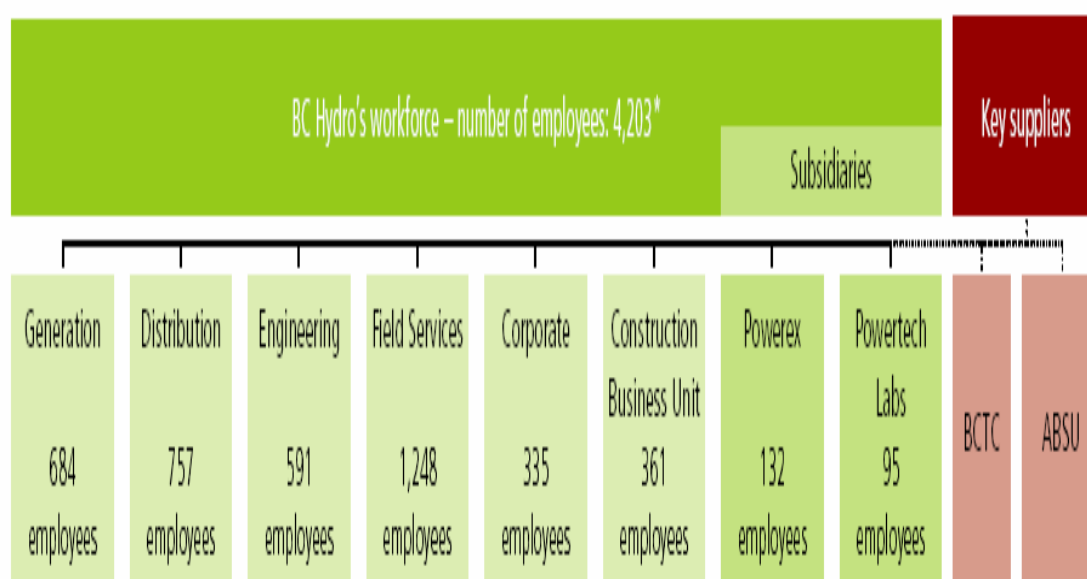
日期	起訖地點	工作紀要
95/11/23	台北－溫哥華	往程
11/24~12/15	加拿大 PLI 公司	參加 SPS 決策表技術轉移訓練
12/15~20	溫哥華－洛杉磯－台北	公畢順道觀光及返程



## 肆、過程

### 1. 貝詩省電力公司 (BC Hydro)

BC Hydro 為加拿大貝詩省電力公司 (British Columbia Hydro, BC Hydro)，本次出國係參加本公司委託 PLI 公司 2007 年 SPS 決策表更新技術轉移訓練課程，由於 PLI 公司為 BC Hydro 100% 投資子公司，故先介紹之。加拿大各省均有公營電力公司，由於水力發電比重較高，故公司名稱皆有 Hydro 名稱，例如：BC Hydro, Hydro Quebec (魁北克電力公司)，Ontario Hydro (安大略電力公司) 等，BC Hydro 供應 BC 省 94% 用電，其中水力發電約佔 80%，2006 年會計年度共銷售電力 524 億度，員工共計 4203 人，以下為其相關部門及員工數目。





## 2. PLI 公司

PLI (Powertech Labs Inc.) 公司原為 B.C. Hydro 研究部門，類似本公司綜合研究所。1990 年由 B.C. Hydro 分離，由 B.C. Hydro 100%轉投資，目前 PLI 辦公地點，係向 B.C. Hydro 承租。2006 年員工約 100 人，其共有七大部門，分別為電力系統 (Power System Studies)、電機技術 (Electrical Technologies)、電力工程實驗室 (Power Engineering Labs)、土木基礎建設暨替代能源技術 (Civil Infrastructures and Alternative Energy Technologies)、天然氣工程 (Gas Systems Engineering)、材料科學 (Materials Engineering and Applied Chemistry) 及應用化學 (Applied Chemistry) 等部門，本次出國任務主要於電力系統部門實習，此部門又分 DSATools 分析軟體、試驗 (Testing)、教育訓練 (Training) 及系統分析 (Power system study) 等單位，此次出國計畫主要至系統分析單位學習。

### 2.1 DSATools 分析軟體

系統分析軟體 DSATools (Dynamic Security Assessment Software) 包括 VSAT (Voltage Security Assessment Tool)、PSAT (Powerflow & Short-circuit Analysis Tool)、TSAT (Transient Security Assessment

Tool) 與 SSAT (Small Signal Analysis Tool) 等四套分析程式，利用該軟體可進行電力系統相關之分析，其功能與目前本公司所使用之 PSS/E 分析軟體類似，然在使用者介面、不同情境系統分析及特殊防衛系統 (SPS) Lookup Table 之產生功能上則較 PSS/E 完整。

## 2.2 試驗部門

此部門係以發電機組相關動態常數為主，含同步電抗，慣性常數 H，勵磁機反應比，尤其北美西部電網 WSCC 規定其電網系統內機組至少每 5 年須重新檢驗，許多電力公司均委託 PLI 為其檢驗發電機常數，導致此部門非常忙碌。本公司發電機組相關參數，自從加入系統運轉後均未重新檢驗，除有更新 AVR 之勵磁機外，由於發電機動態參數對穩定度結果影響甚大，若有精準發電機動態資料作為系統分析之輸入資料，對結果將是一大助益。故本公司若能引進相關發電機試驗技術與機制，將更精進本公司核心技術。

## 2.3 教育訓練部門 (Training)

此部門的重點係 DSATools 分析軟體之訓練課程。DSATools 係 PLI 自行開發之商用套裝電力系統分析軟體，據 PLI 資料，已有數十家知名電力公司採用，甚至有 EMS 線上使用，由於 DSATools 具有電力系統一

系列分析功能，從短路電流、電力潮流、暫態、電壓、小信號穩定度及發電機組動態模型自行定義等功能；使分析人員運用一套資料於各種分析工作，加上圖形友善之使用界面，故其每年固定開三期 DSATools 訓練課程，由於使用者越來越多，每年亦固定召開 User Group 年會，以利使用者共同討論及交換心得，藉此年會 PLI 可增強 DSATools 功能以滿足用戶們需求。

#### 2.4 系統分析 (Power system study) 部門

主要為電力系統分析之顧問業務，本公司 SPS 決策表更新為此部門承接，運用其 DSATools 分析軟體，為電力公司或 ISO 組織，例如 PJM、NEW ENGLAND ISO 等解決分析其電力系統問題，並提供對策。本次出國同仁於 PLI 受訓期間，就是於此部門辦公室研習，由於 PLI 客戶遍及全球，其分析經驗甚豐富。本公司第一次建置之 2005 年 SPS 決策表亦由其承接，藉由其豐富經驗，對受訓同仁詳細講解，包括 DSATools 及 Utility 程式，惟受限於訓練時間短暫，無法精進，但此部門有多為華裔工程師，語言溝通無界面問題，對此次決策表更新技術轉移任務幫助甚大。

### 3. 技術文件

#### 3.1 目的

TPC 採用 SPS 為減低於某些系統極端運轉情形下或事故下所造成系統全停電機率，藉由（預先計算之決策表）卸載及跳機動作來達成系統穩定。PLI 完成 SPS 決策表之分析工作，此需由 DSATools 軟體及自動執行程序（Utility Tools）來達成，另外亦需發展特殊演算法則及程序方能讀取 SPS 決策表。此技術文件主要記載為獲取決策表所需之演算法程序 DSATools 說明與自動執行程序。

#### 3.2 問題描述

計算決策表有如下步驟：

- (1) 準備多種系統運轉情況之電力潮流 Basecase 及分析資料
- (2) 利用系統分析決定極端偶發事故。只有引起系統不穩定偶發事故才能稱為極端偶發事故
- (3) 求出 SPS 運作範圍，以 C-N（中送北）、S-N（南送中）潮流量來表示
- (4) 求出 SPS 動作，即決策表

### 3.3 分析所需之輸入資料

#### (一) 電力潮流資料

2007 年台電系統電力潮流基本分析案例 (power flow Basecase)，以 PSS/E 29 版格式，共有尖峰、中載與離峰並搭配核二停一部機與二部機，計 9

個電力潮流基本分析案例：

96P\_Base, 96P\_N-G, 96P\_N-2G

96M\_Base, 96M\_N-G, 96M\_N-2G

96L\_Base, 96L\_N-G, 96L\_N-2G

以上電力潮流 Basecase 亦需含有以下之模型參數，switchable shunt

models、ULTC (Under-Load Tap Changer models) area swing bus 等，PLI

利用本公司提供之上述資料，製作成符合 DSATools 程式自動執行程序，

以利 PLI 更新 SPS 決策表。

#### (二) 序網路資料

此資料係為單相事故模擬所用之。

#### (三) 發電機動態模型參數資料

#### (四) 偶發事故種類

包含 N-1、N-2、N-1-1、N-1-2、N-2-1、N-G-1、N-G-2、N-2G-1 等 8 種，

每一種分別以單相及 3 相事故來模擬。

#### (五) 電力潮流調度方法

(a) 建立不同 S-C (南送中)、C-N (中送北) 傳送電力潮流 Basecase 係

利用機組停機或升載之方式，故需依據機組停機資料來做調度。例

如：停機資料內無核三、麥寮、海湖、嘉益、和平 量能等機組。

(b) 機組升載次序表

(c) 潮流遞增傳輸資料，此為 VSAT 資料檔，其作用係將格點增 (減) 電

力潮流將其推向特定方向使之成為另外之電力潮流，含有向右、向

上、對角向上、向下 4 個方向。

#### (五) 卸載與跳機資料

TPC 需提供 PLI 公司卸載與跳機資料，其中卸載 P/S 負載換算成電力潮流 Basecase 之該所比例，D/S 以 100% 表示。卸載區域分別以北部及中部列表示之。跳機資料含南部與中部機組。

#### (六) 其他 VSAT 及自動執行程序資料

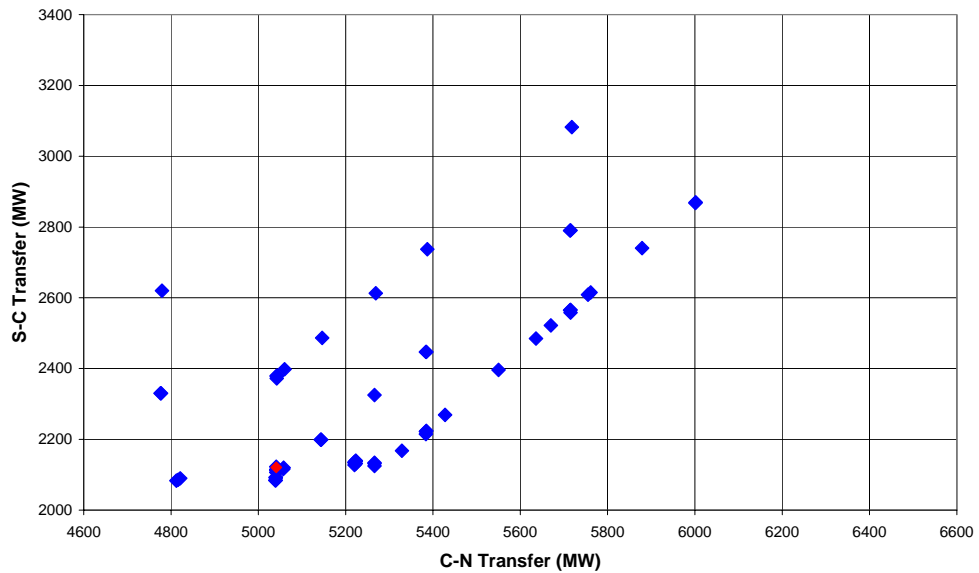
完成 SPS 決策表計算工作需模擬分析大量電力潮流並以自動執行方式來，故需要許多資料檔案，此可以藉由 VSAT、TSAT 及其他自動執行程序讀取。



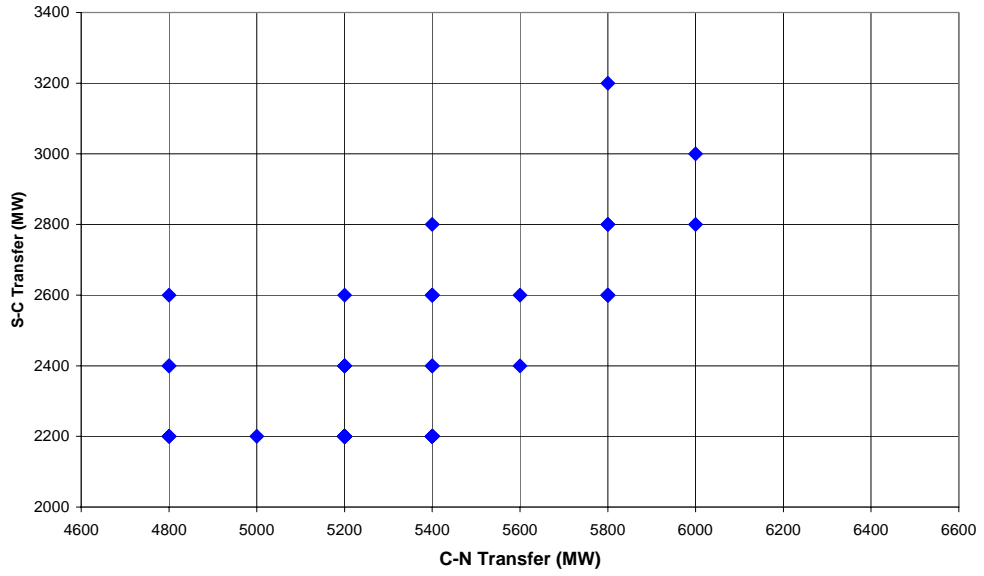
### 3.4 格點電力潮流之準備

此部份係創造所有可行 S-C (南送中) 及 C-N (中送北) 潮流傳送量之電力潮流 Case，即所謂之格點電力潮流 (grid)，包含以下步驟：

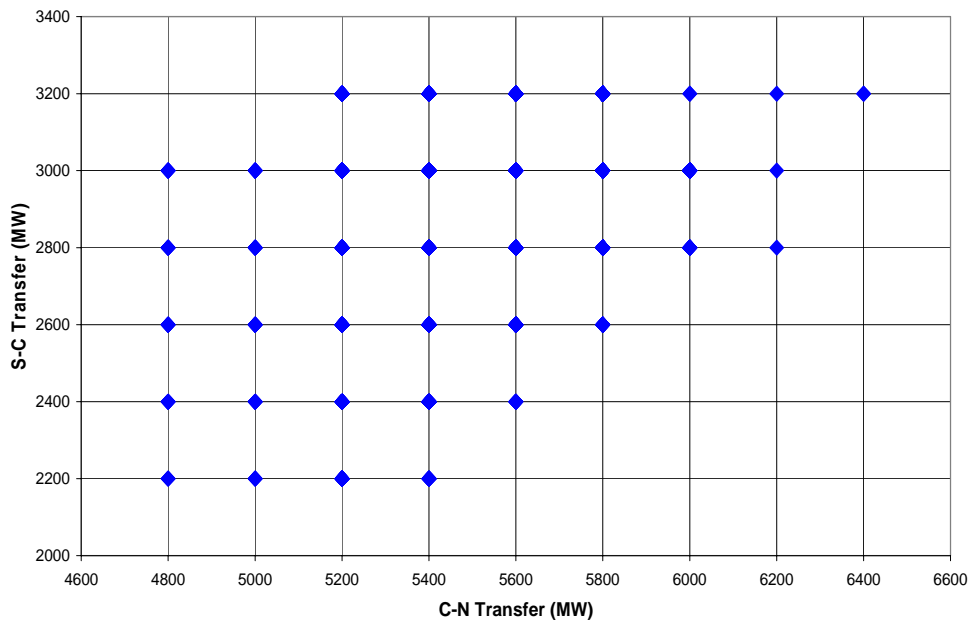
- (1) 創造所有 N-2G 電力潮流 (Pass One powerflow creation) 如圖一、
- (2) 移動 N-2G 電力潮流至格點 (Pass Two powerflow creation) 如圖二、
- (3) 擴展格點電力潮流至其他格點 (Pass Three powerflow creation) 如圖三、
- (4) 每一格點選擇一最嚴苛之電力潮流為 Basecase



圖一： Pass One Powerflows for the TPC 2007 peak load condition



圖二： Pass Two Powerflows for the TPC 2007 peak load condition



圖三： Final candidate powerflows for the TPC 2007 peak load condition

以下說明如何選擇每一格點之最嚴苛電力潮流 Basecase：

每一格點中包含多個不同機組排程之電力潮流，如何從中挑出最嚴苛者，係一大挑戰，利用 3 種挑選流程決定最嚴苛之電力潮流 Basecase。

(1) 第一層：以不穩定偶發事故數目決定，若僅一電力潮流 Basecase 有最多不穩定偶發事故數目，則其為此格點之電力潮流 Basecase，用以計算 SPS 決策表。若超過一個以上電力潮流 Basecase，則繼續第二層篩選。

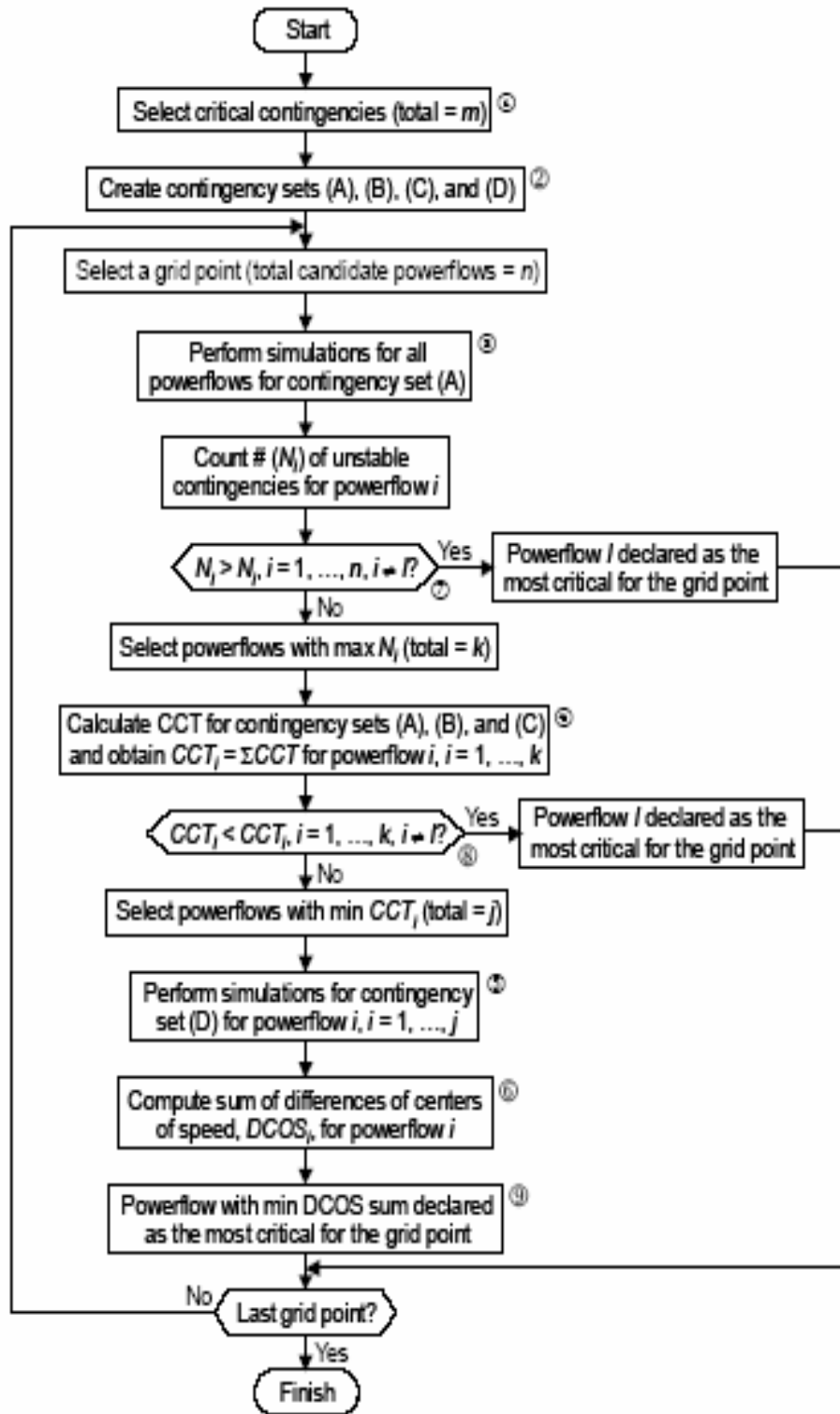
(2) 第二層：利用 CCT 週波數總和決定，若仍超過一個以上電力潮流 Basecase，則繼續第三層挑選。

(3) 第三層：利用偶發事故線路跳脫後之速度中心差值 (Difference of Center Of Speed, DCOS) 決定，DCOS 定義為：

$$DCOS = \text{北部 COS} - \text{南部 COS}$$

DCOS 為一負值，因為北部係發電量小於負載，而南部為大於負載，故 DCOS 越小越不穩定。

整個篩選程序如下圖四：

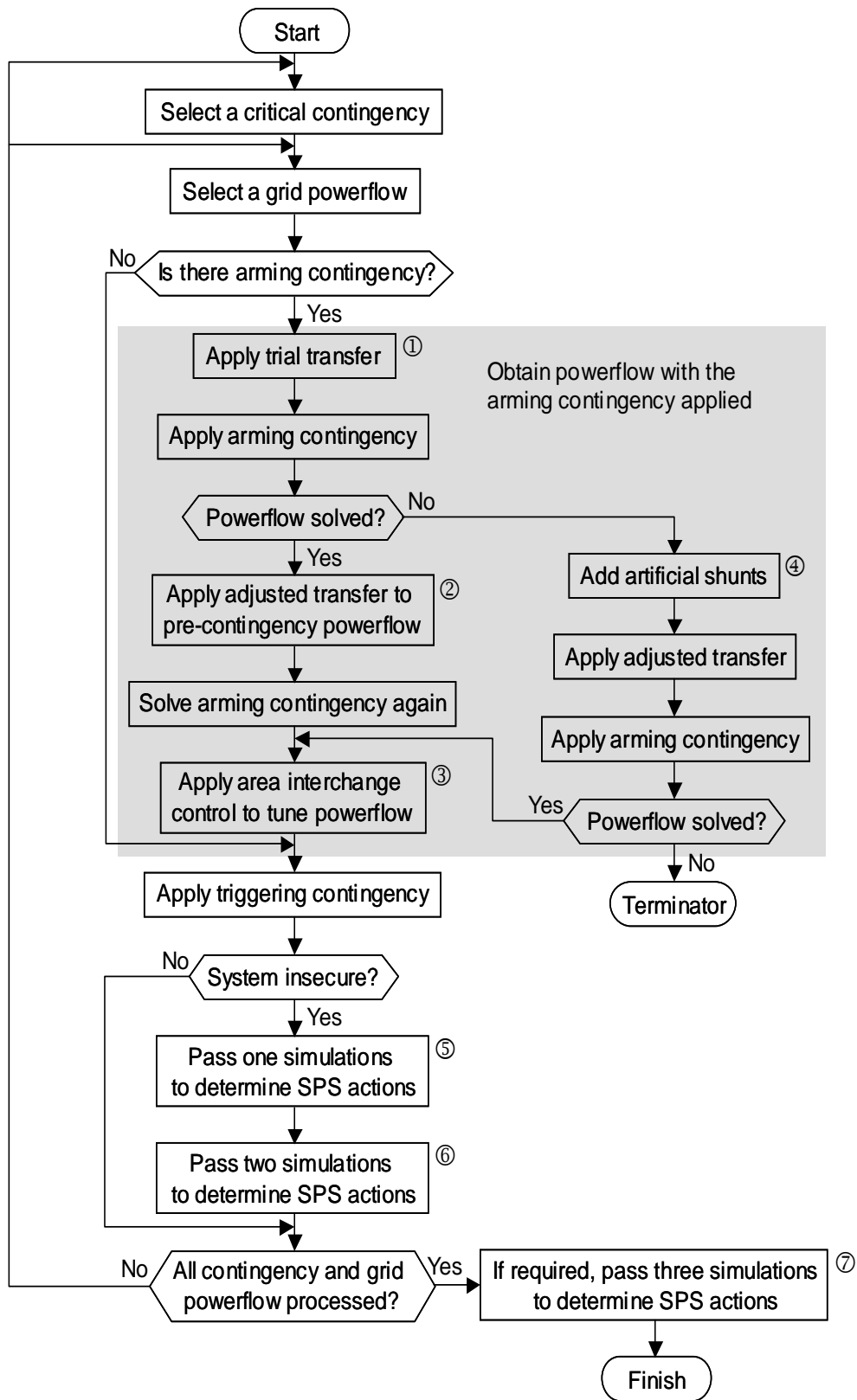


圖四： Selection process for picking up the most critical powerflow

### 3.5 SPS 動作之決定

每一決策表包含 arming 偶發事故與 triggering 偶發事故。arming 偶發事故係以電力潮流為解決方案，而 triggering 偶發事故係 SPS 動作原因，涉及以適量卸載及跳機來穩定系統。必要時須以投入虛擬電抗器或電容器來使系統穩定；若已卸完所有可卸負載仍不穩定，則再卸其他負載以使系統穩定。SPS 動作與機組高、低頻及 V/Hz 電驛設定無關，與系統低頻電驛設定有關。

下圖為決定 SPS 動作之流程圖：



圖五：SPS action calculation flowchart

### **3.6 SPS 決策表之編輯**

SPS 決策表有兩種輸出格式，分別為 excel 格式（工程師使用）及 text 格式（軟體執行），前者係由 SPS 相關分析人員可以研讀，而後者之 text 格式係後續 SPS 軟體輸入格式，以發出訊號執行遠方卸載跳機動作。

## 伍、 實習成果

至 PLI 公司接受 2007 年決策表更新實習訓練課程，由於決策表係防止本公司系統因暫態不穩定所引起大停電之跳脫邏輯，故本次受訓實習成果主要以暫態穩定度 TSAT 功能來呈現，並以核三廠出口線 N-3 事故為例，製作一系列自動執行功能程序，包括 TSAT、VSAT、核三廠出口線 N-3 實際案例與技術文件之中文翻譯，如述：

1. TSAT 之定義傳輸界面 (Interface)
2. TSAT 之區域電力傳輸 (Transfer)
3. TSAT 之偶發事故與清除時間 (Contingency)
4. VSAT 區域電力傳輸 P-V 曲線
5. 核三廠出口線發生 N-3 後需降載方能維持穩定

由於核三廠機組出力與其出口線事故有區域暫態穩定度問題，於 PLI 受訓期間特別與講授人員討論此問題，出國人員以此為例題做練習，以加強受訓成效，列入實習成果中供參閱。

6. 技術文件第 3、4 章中文翻譯

由於技術文件第 3、4 部分為 SPS 決策表製作程序，將其逐句中  
文翻譯，作為後續之參考。

以上各部份分別以操作步驟呈現，如述：



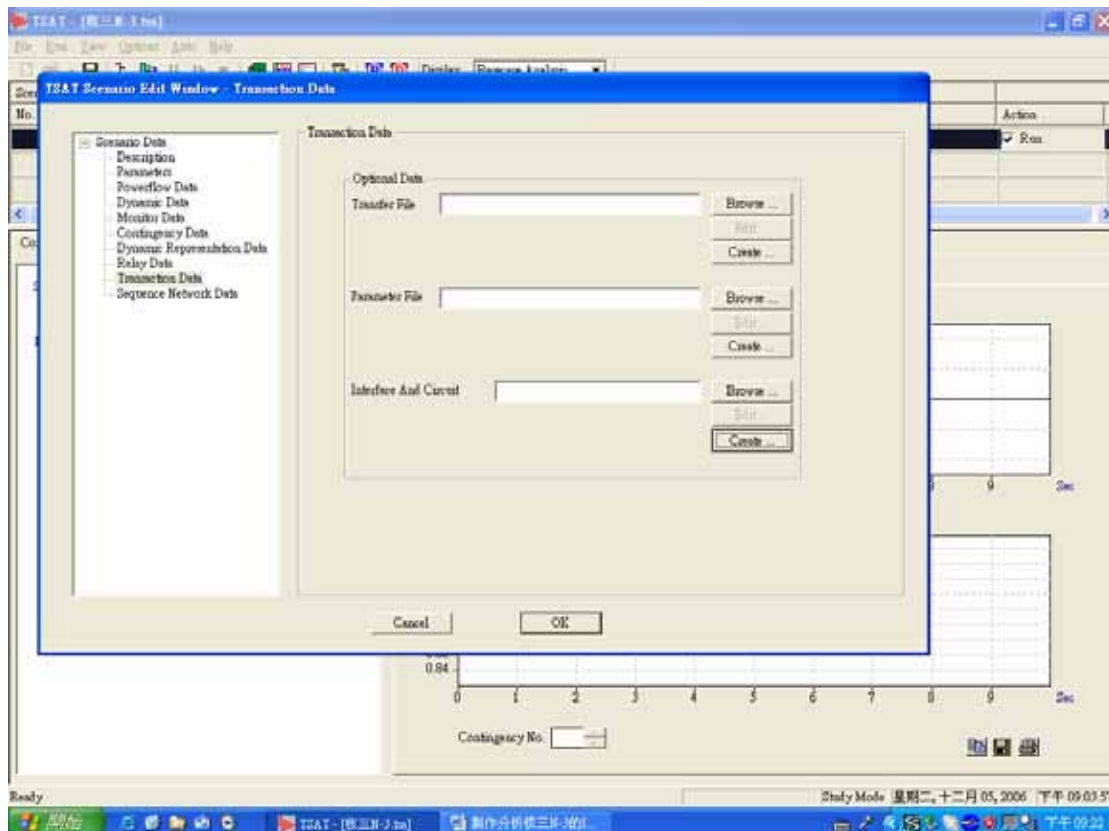
# 1. TSAT 之定義傳輸界面 (Interface)

目的：製作分析核三出口四回線發生 N-3 事故的 Interface Data。

說明：Interface Data 主要為核三出口四回線，分別是：

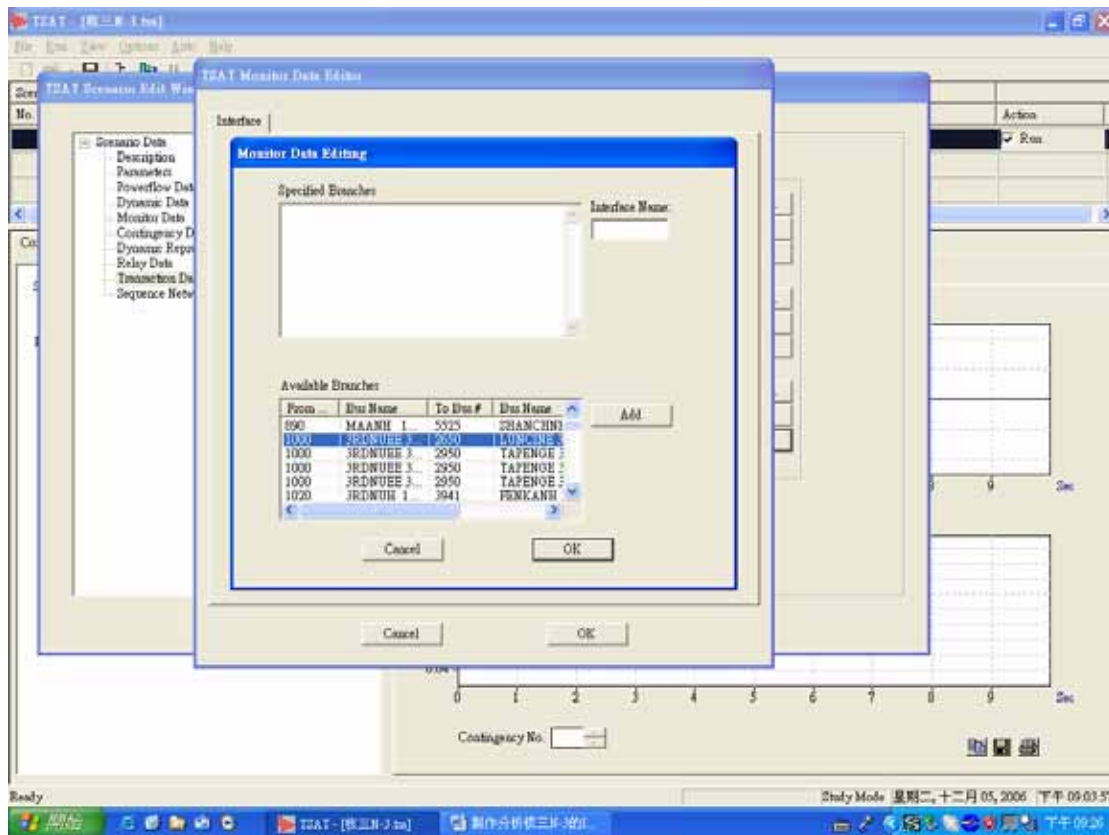
- (1)核三～大鵬一路。
- (2)核三～大鵬二路。
- (3)核三～大鵬三路。
- (4)核三～龍崎線。

P1：選擇 Transaction Data 在 Interface And Circuit 右側按 Create。

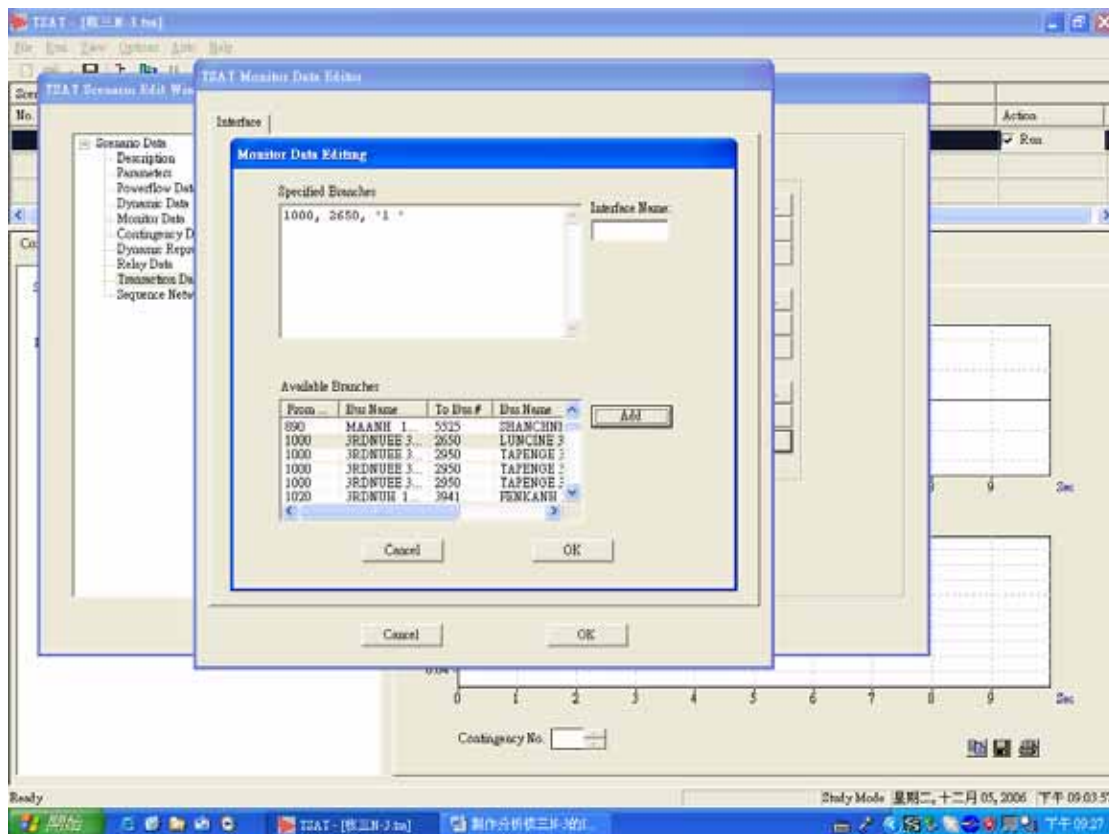




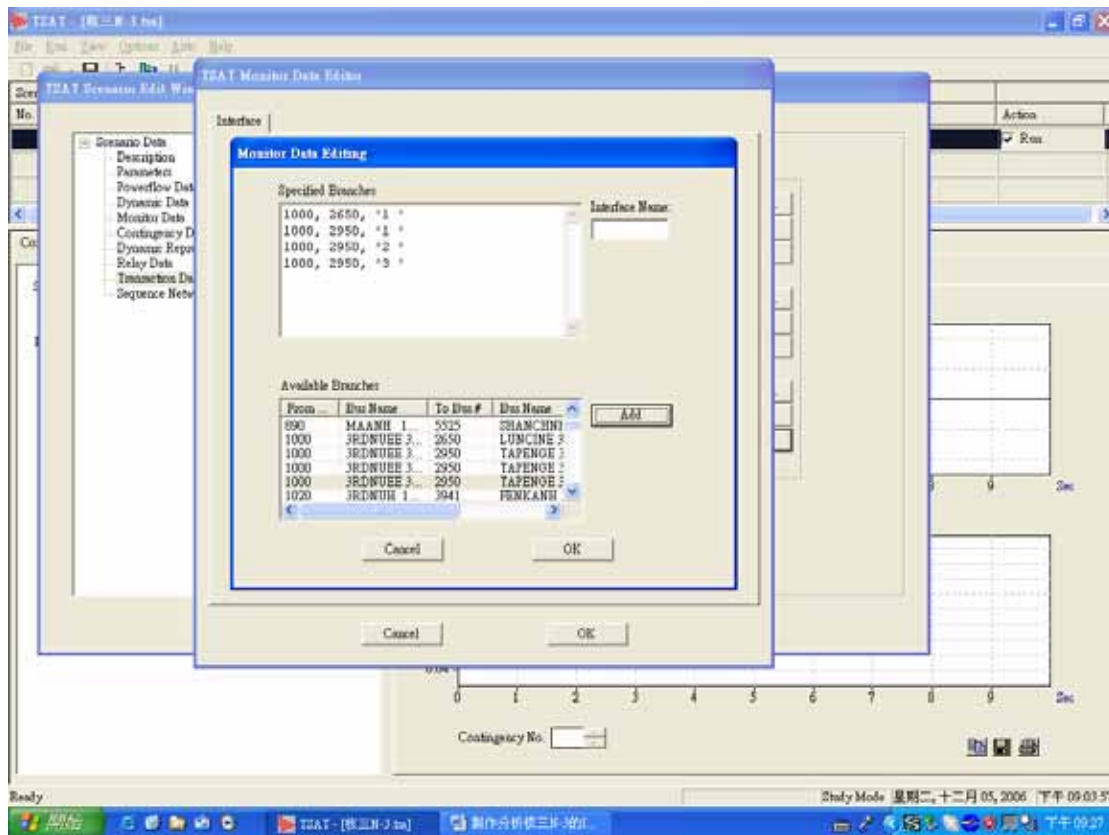
P4：選取核三～龍崎北後按 OK



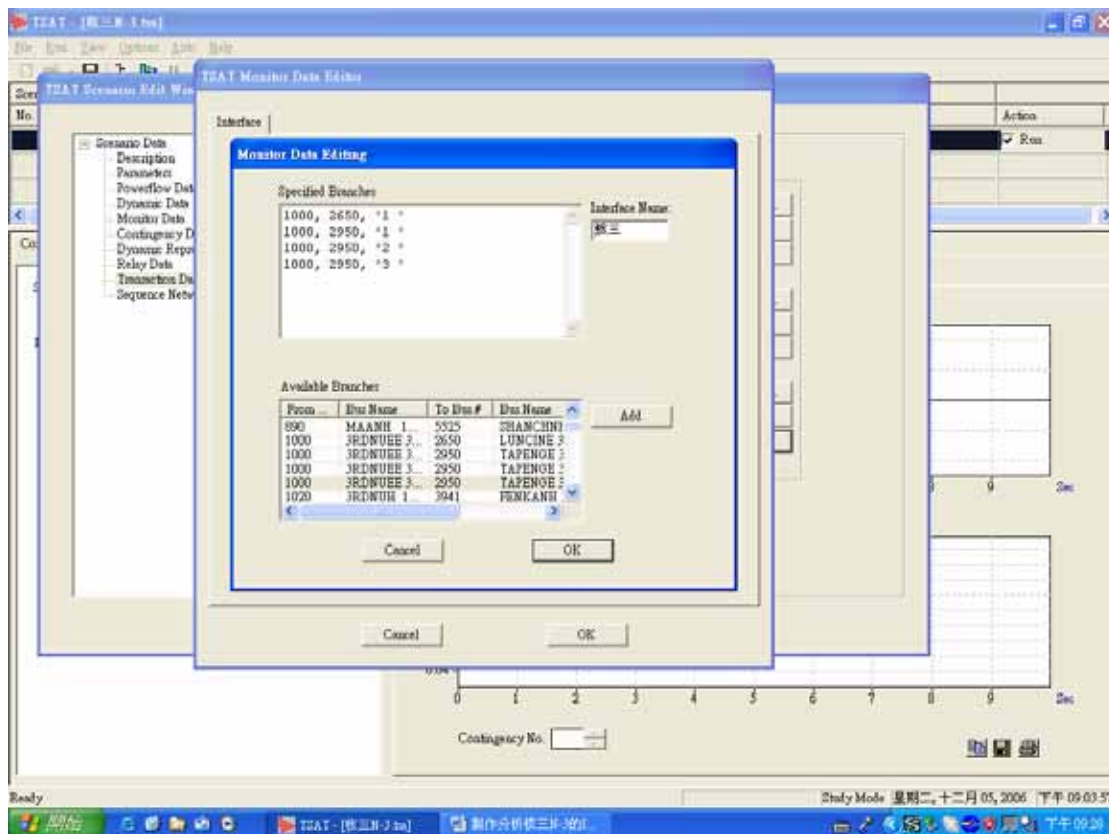
P5：跳出上一個畫面



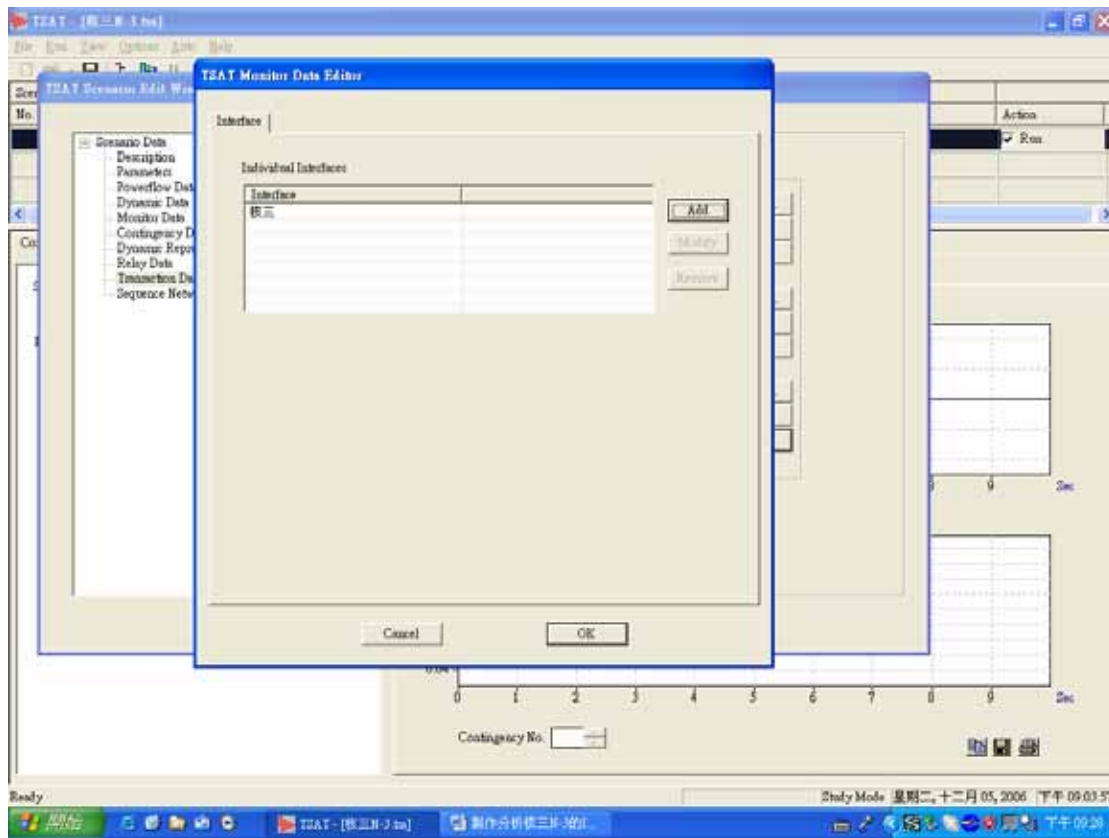
P6：依次選擇核三~大鵬一、二、三路



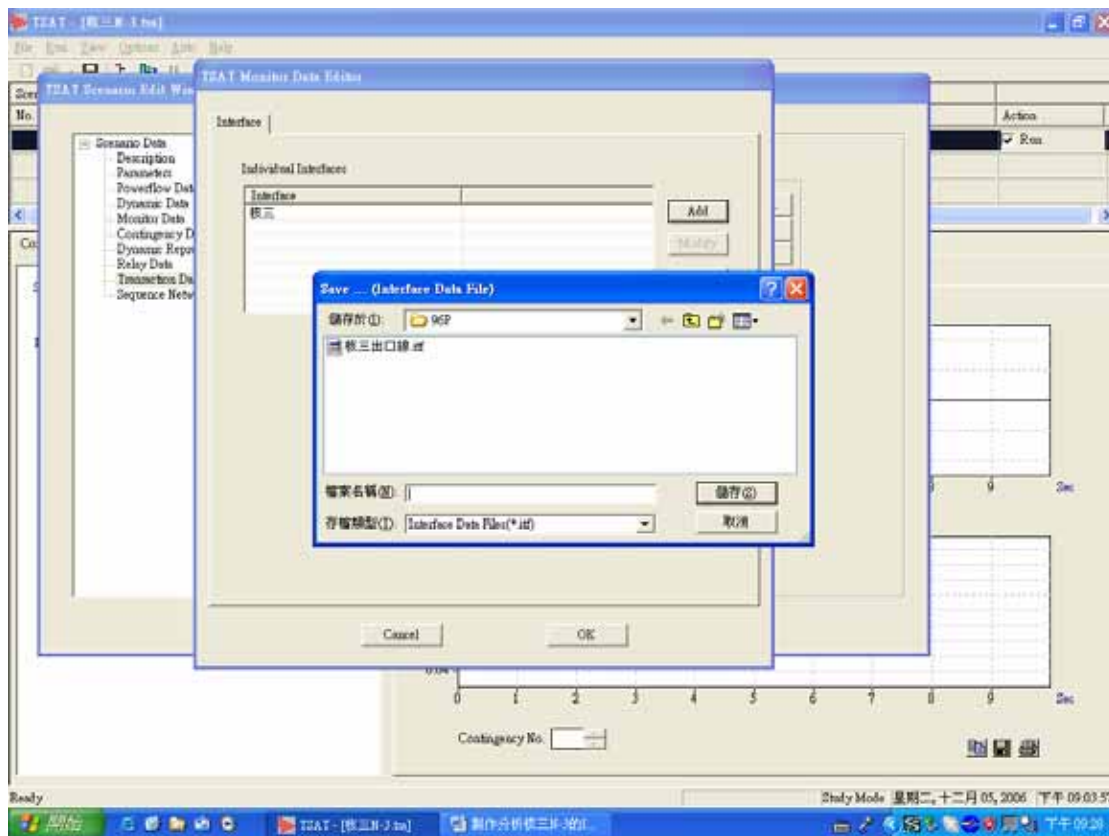
P7：輸入 Interface Name



P8：跳出上一個畫面



P9：儲存檔案為\*.itf 檔



## 2. TSAT 之區域電力傳輸 (Transfer)

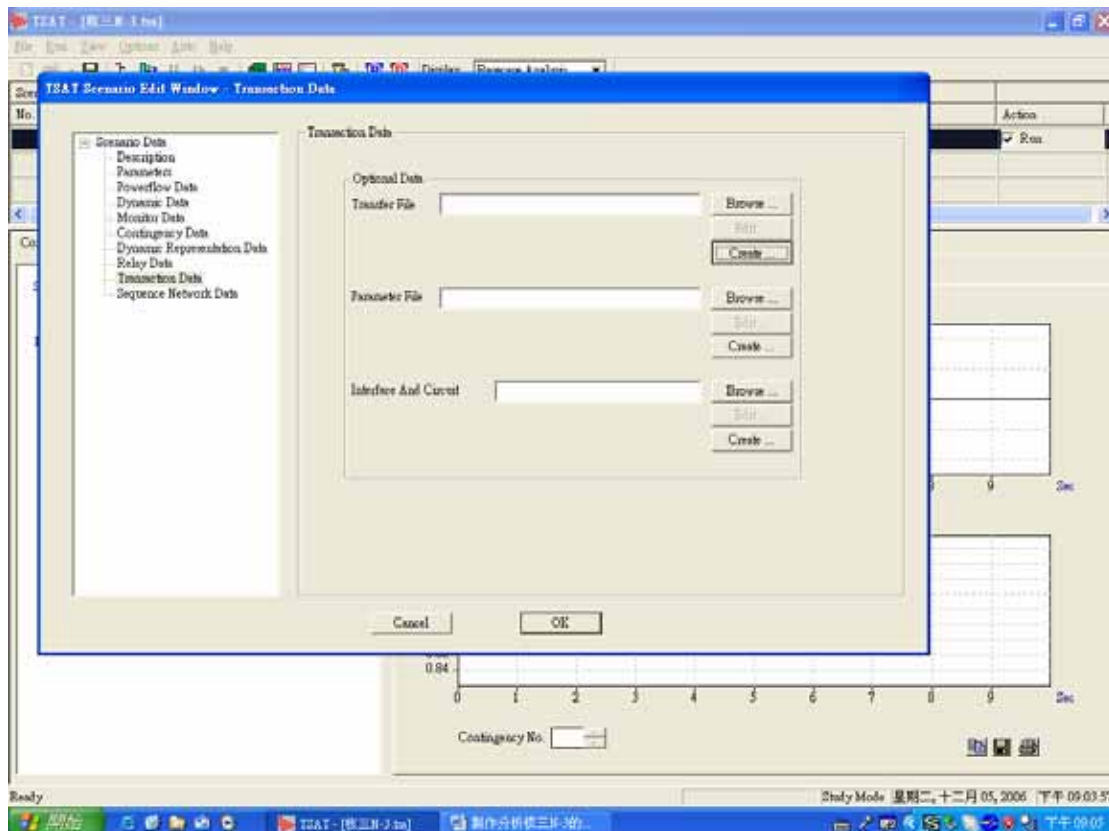
目的：製作分析核三出口四回線發生 N-3 事故的 Transfer Data。

說明：Transfer Data 主要分為二區：

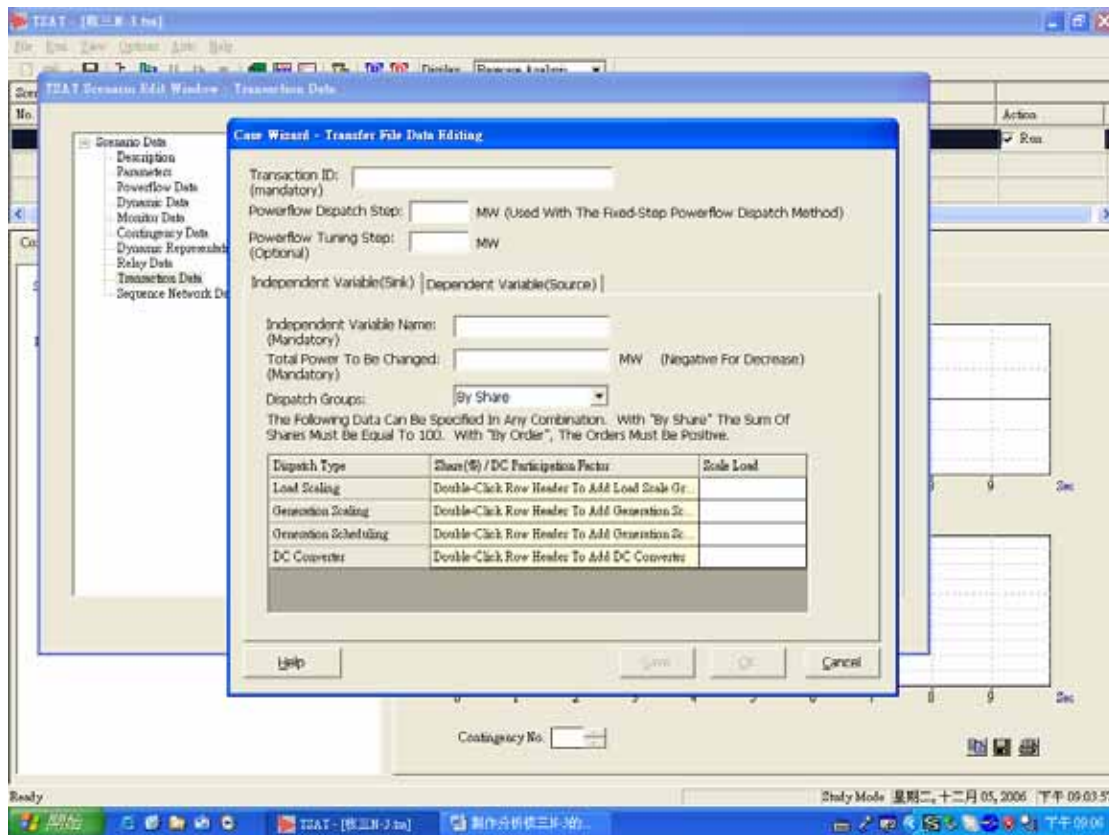
(5)Independent Variable(Sink)，可以是 Load 或是 Generator。

(6)Dependent Variable (Source) 可以是 Load 或是 Generator。

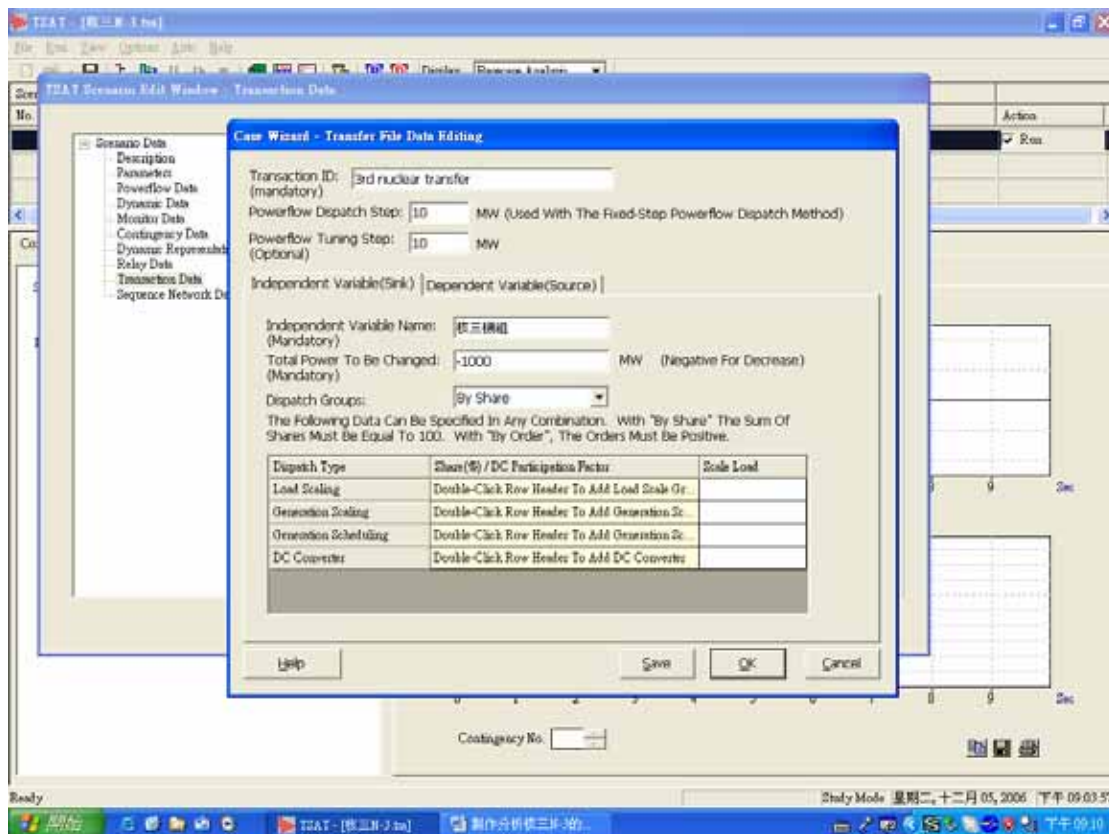
P1：選擇 Transaction Data 在 Transfer File 右側按 Create



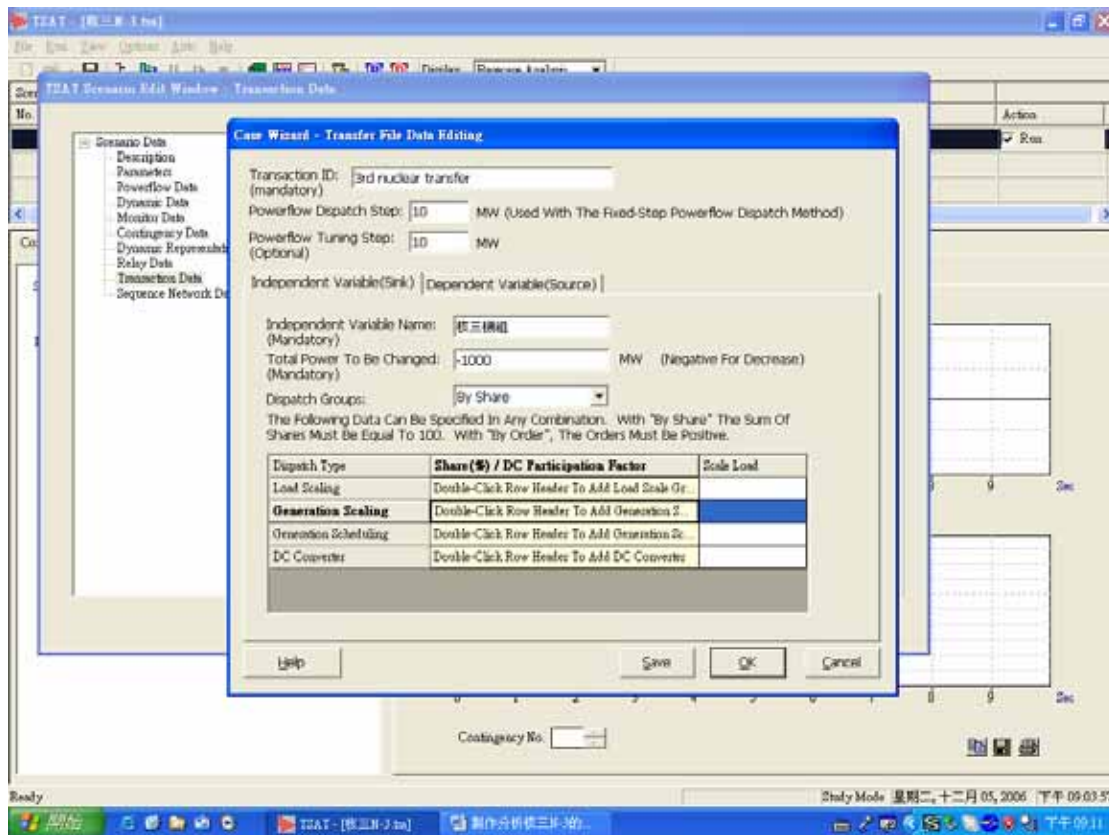
P2：出現 Case Wizard - Transfer File Data Editing 對話視窗



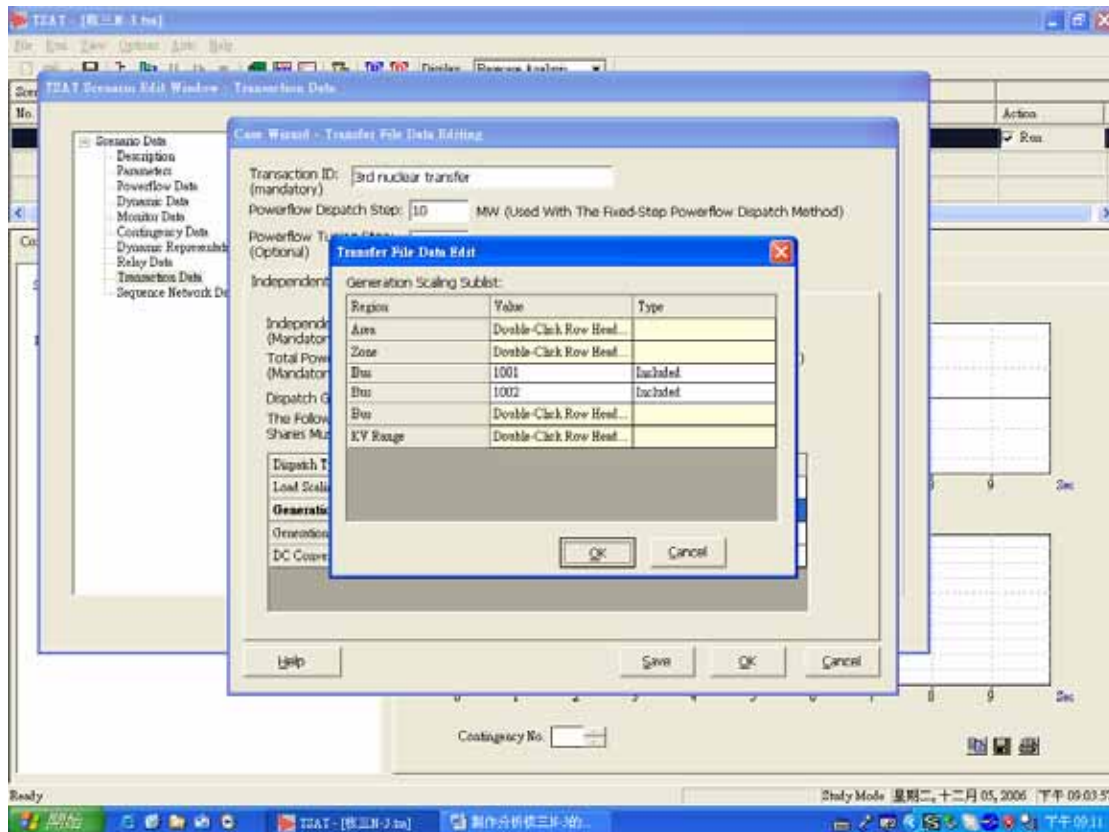
P3：分別輸入對話視窗中各項資料



P4：在 Independent Variable(Sink)中點選 Generation Scaling

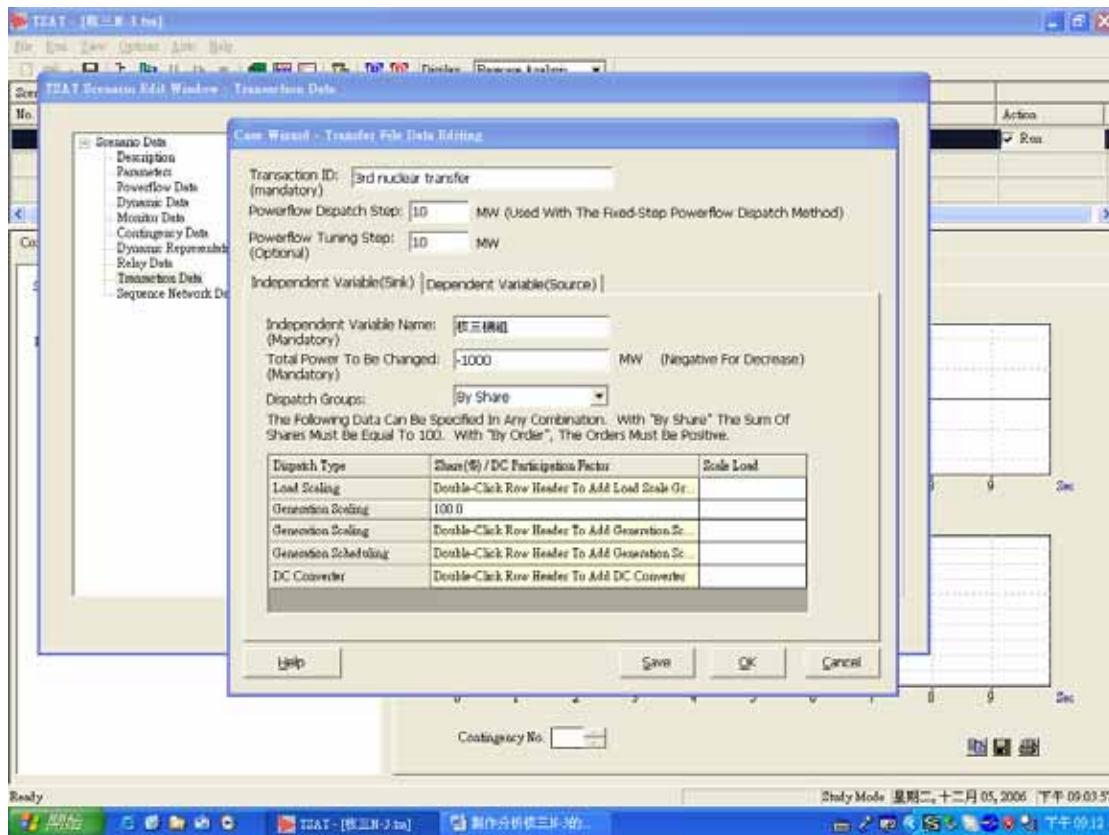


P5：Generation Scaling Sublist 對話視窗中選取核三廠二部機降載

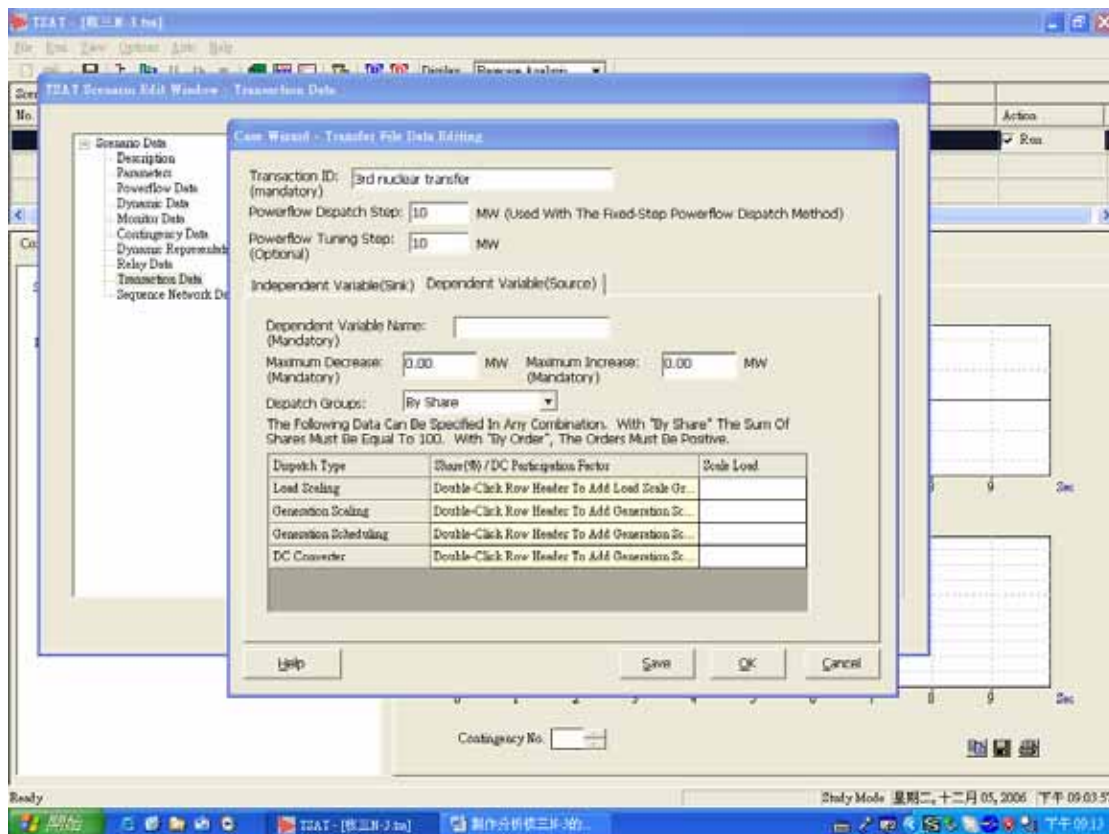




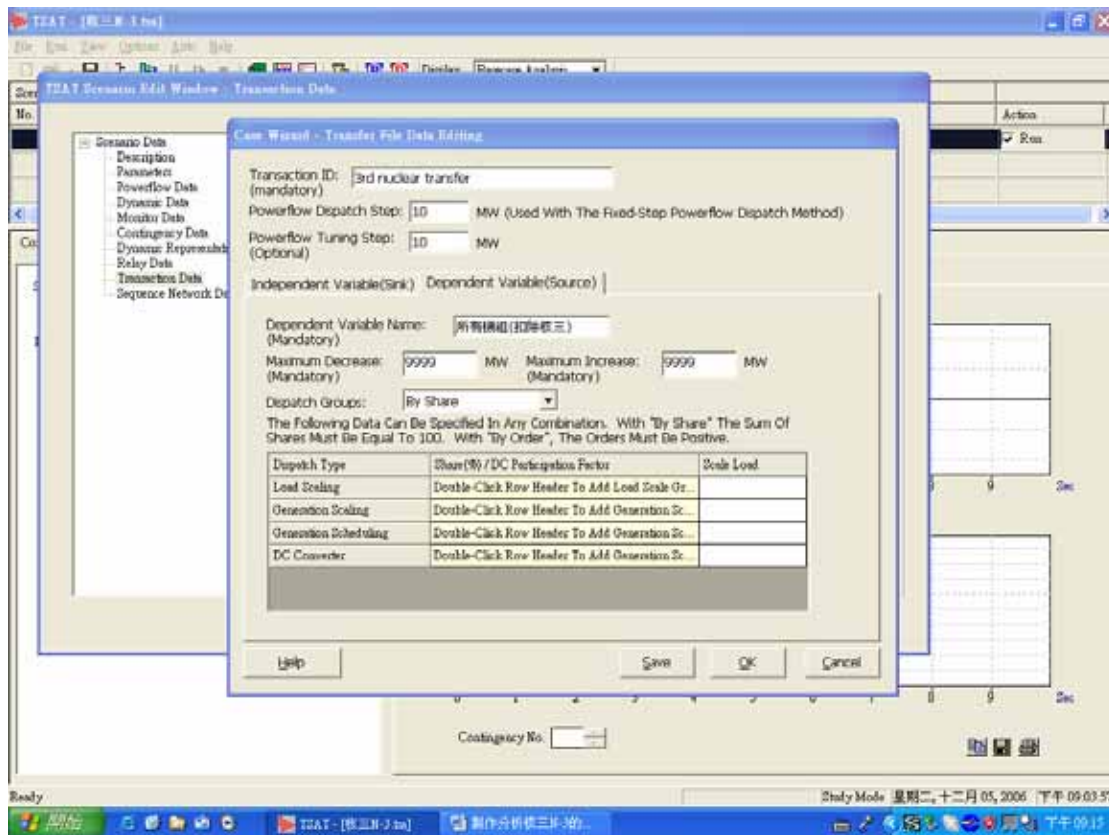
P6：執行 P5 後出現的畫面



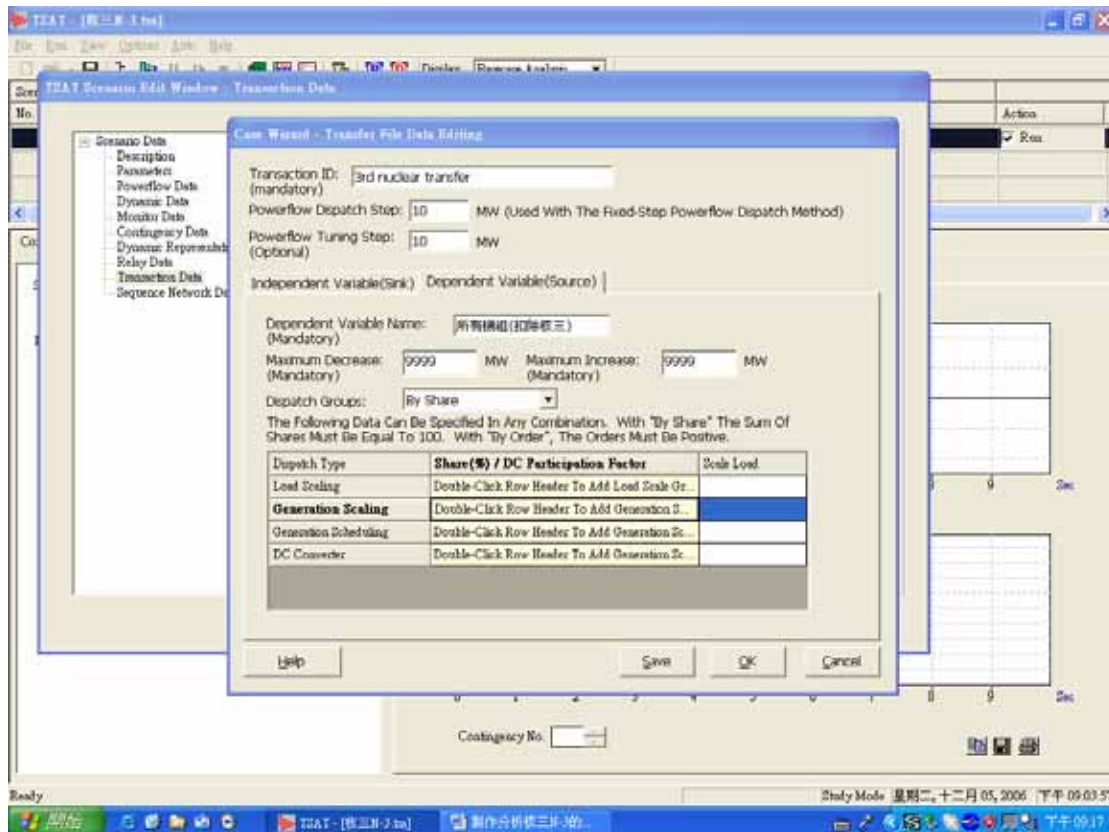
P7：開啟 Dependent Variable(Source)頁籤



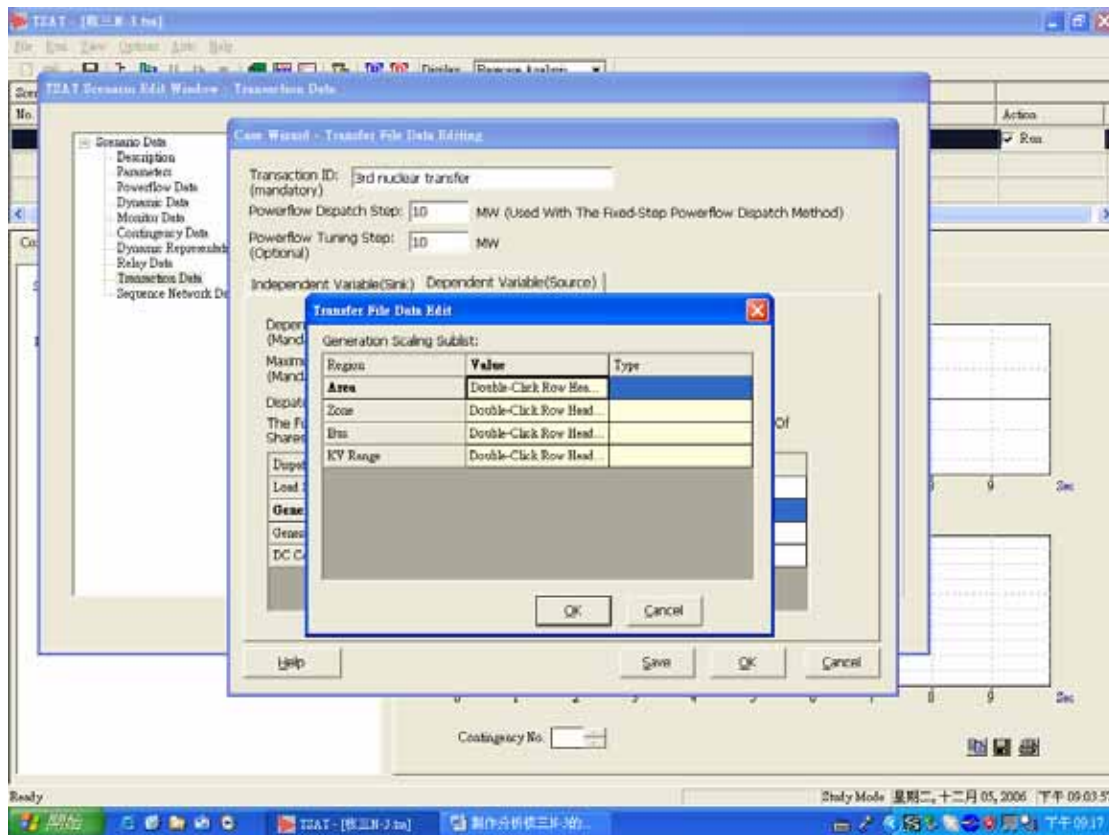
P8：分別輸入對話視窗中各項資料



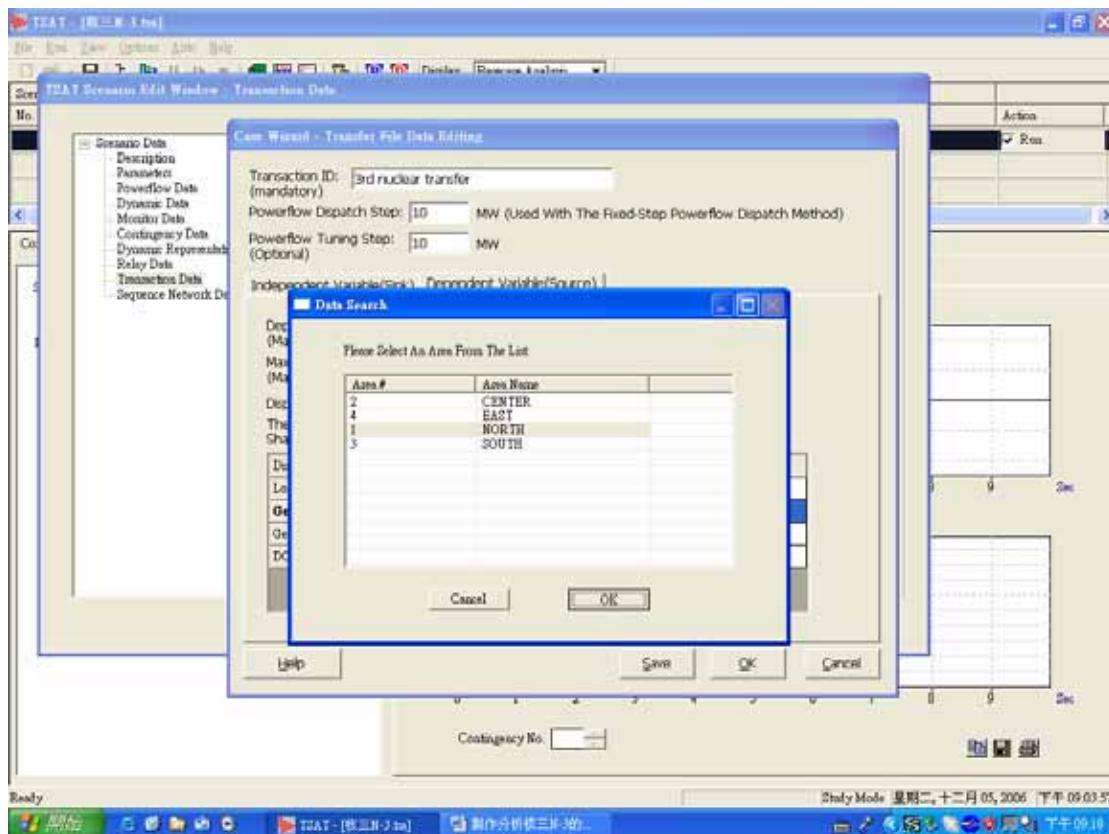
P9：在 Dependent Variable(Source)中點選 Generation Scaling



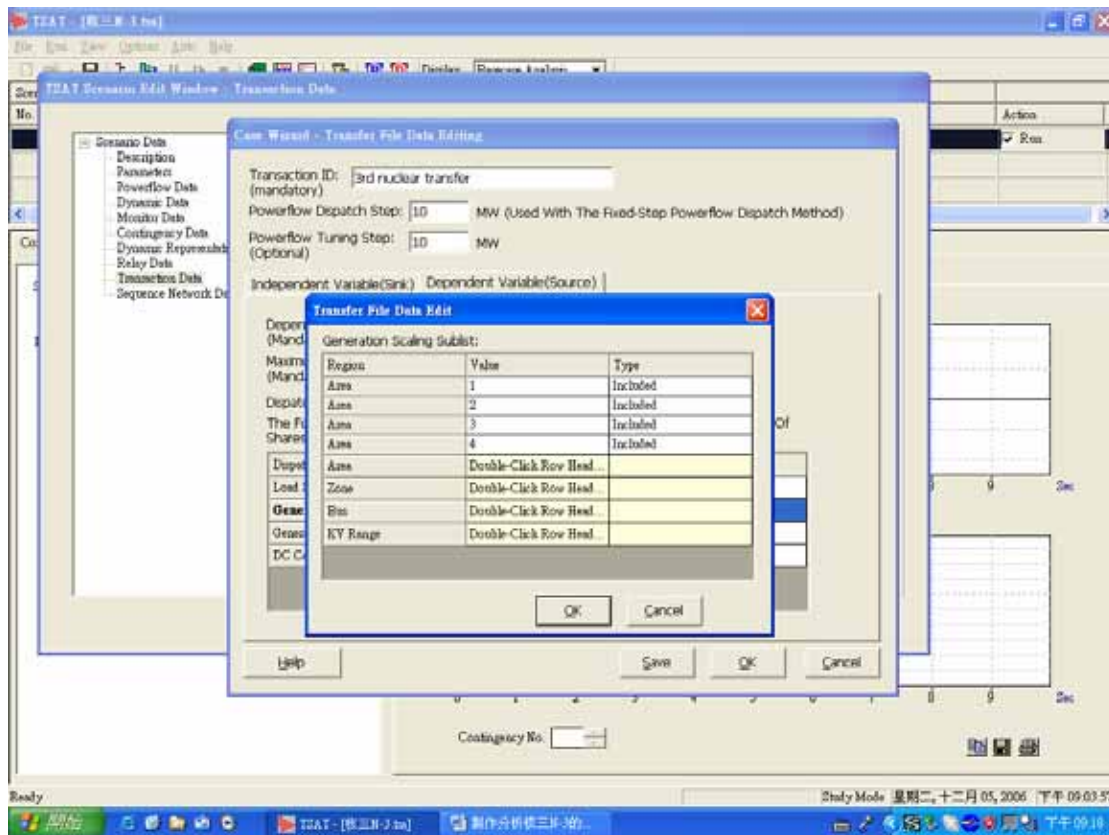
P10 : Generation Scaling Sublist 對話視窗中選取 Area



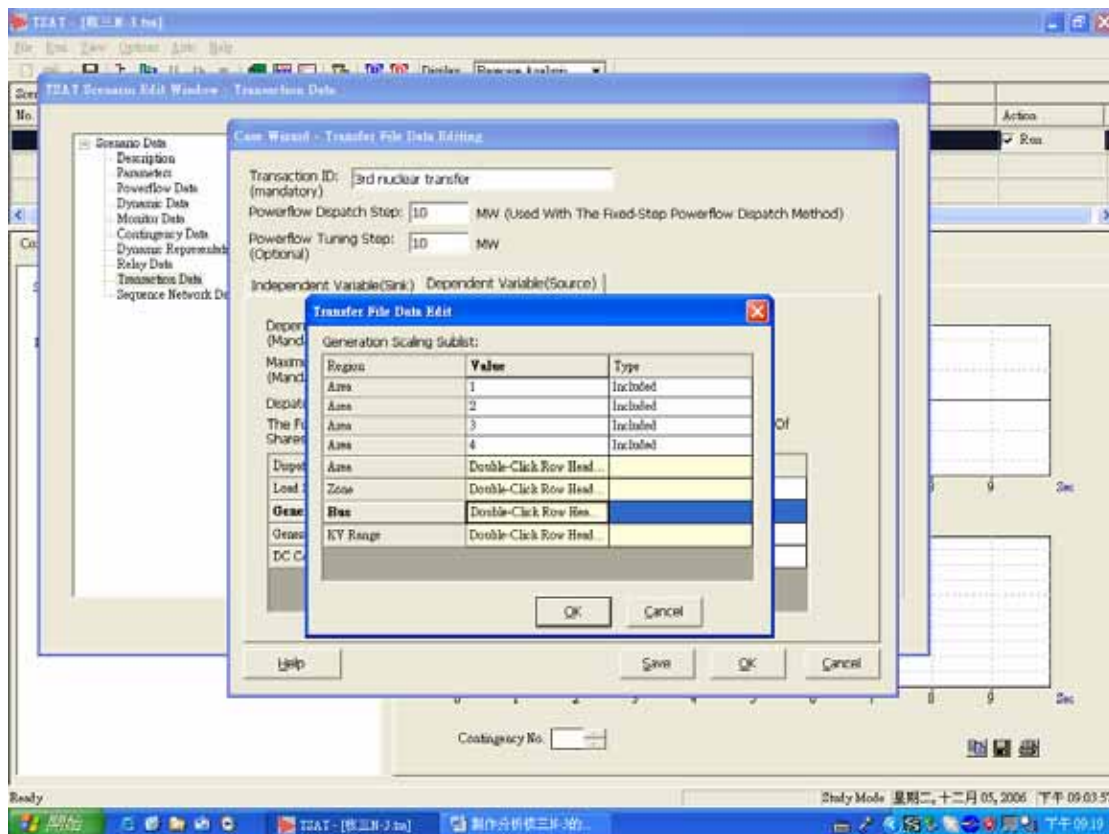
P11 : 出現 Data Search 對話視窗



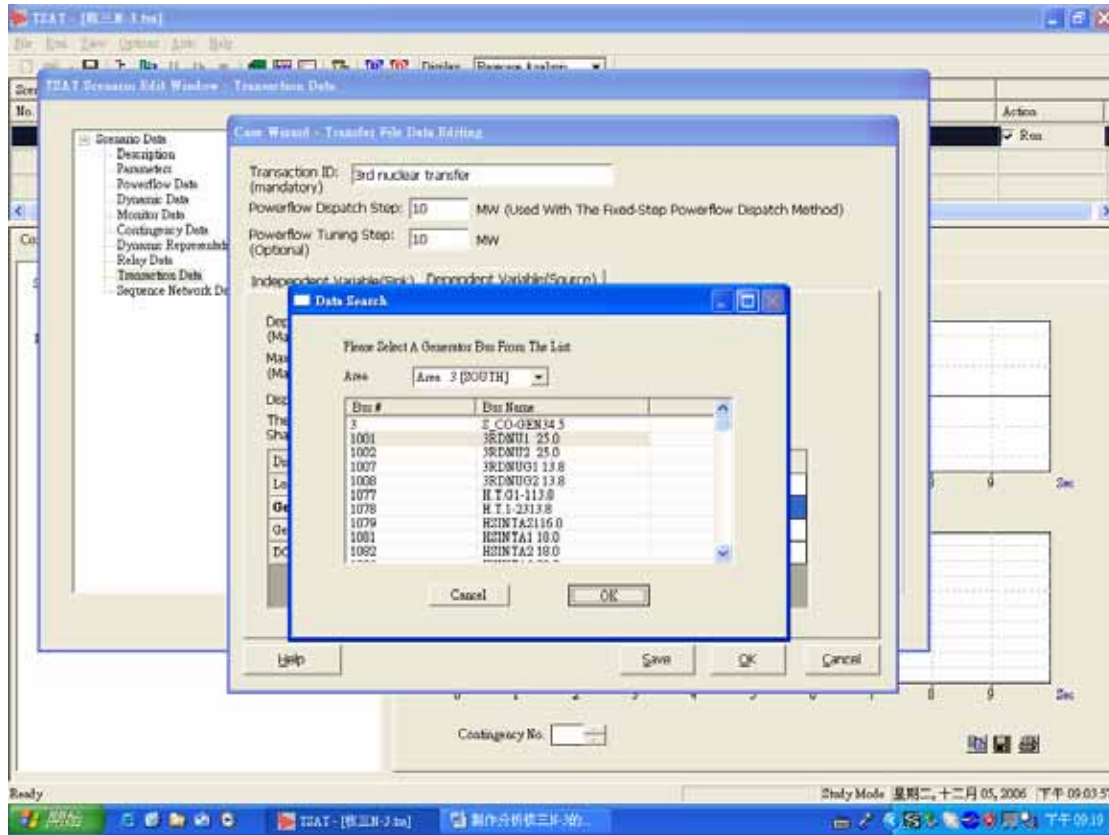
P12：將四個 Area 全部選取



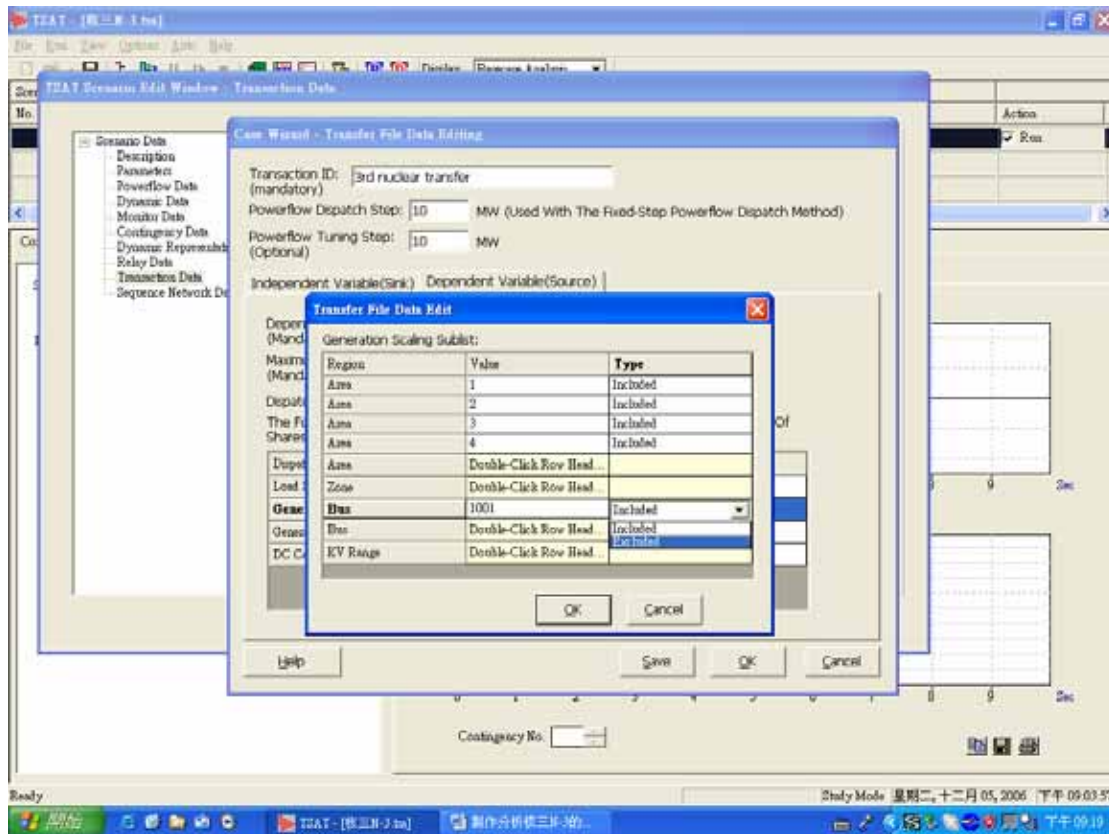
P13：Generation Scaling Sublist 對話視窗中選取 Bus



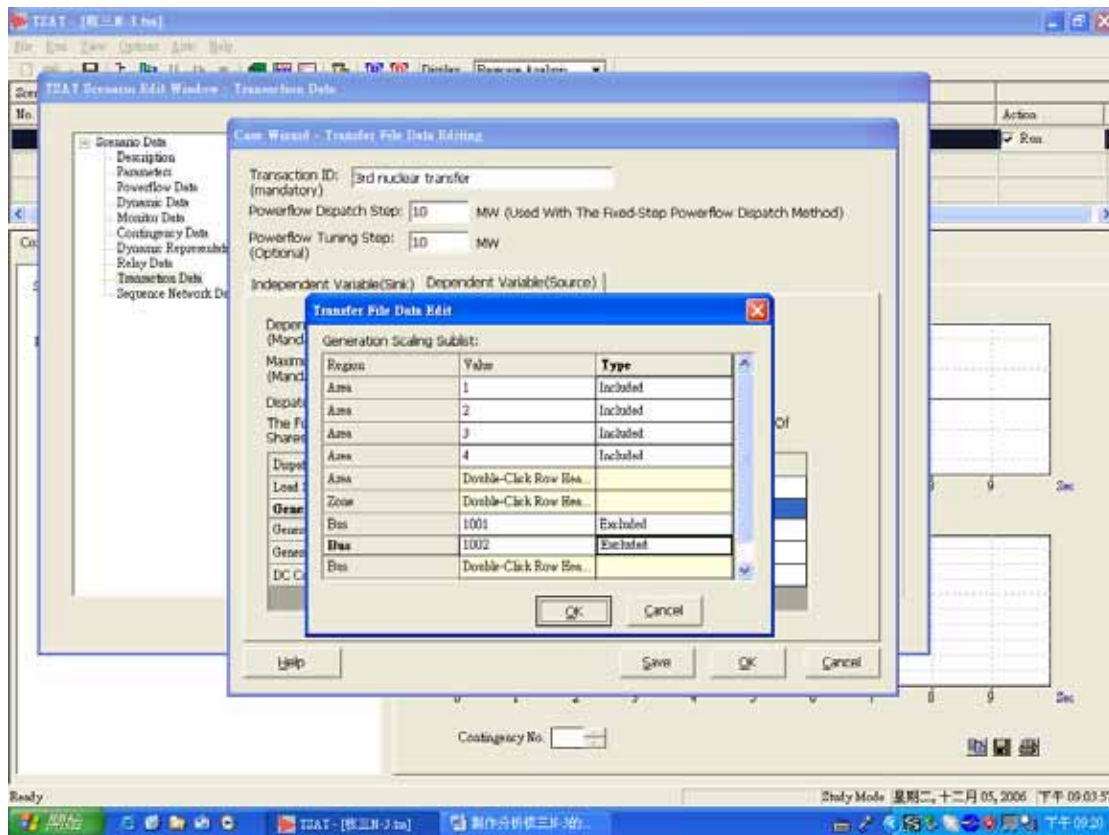
P14 : Data Search 對話視窗中先選取 Area3，再選核三廠一號機。



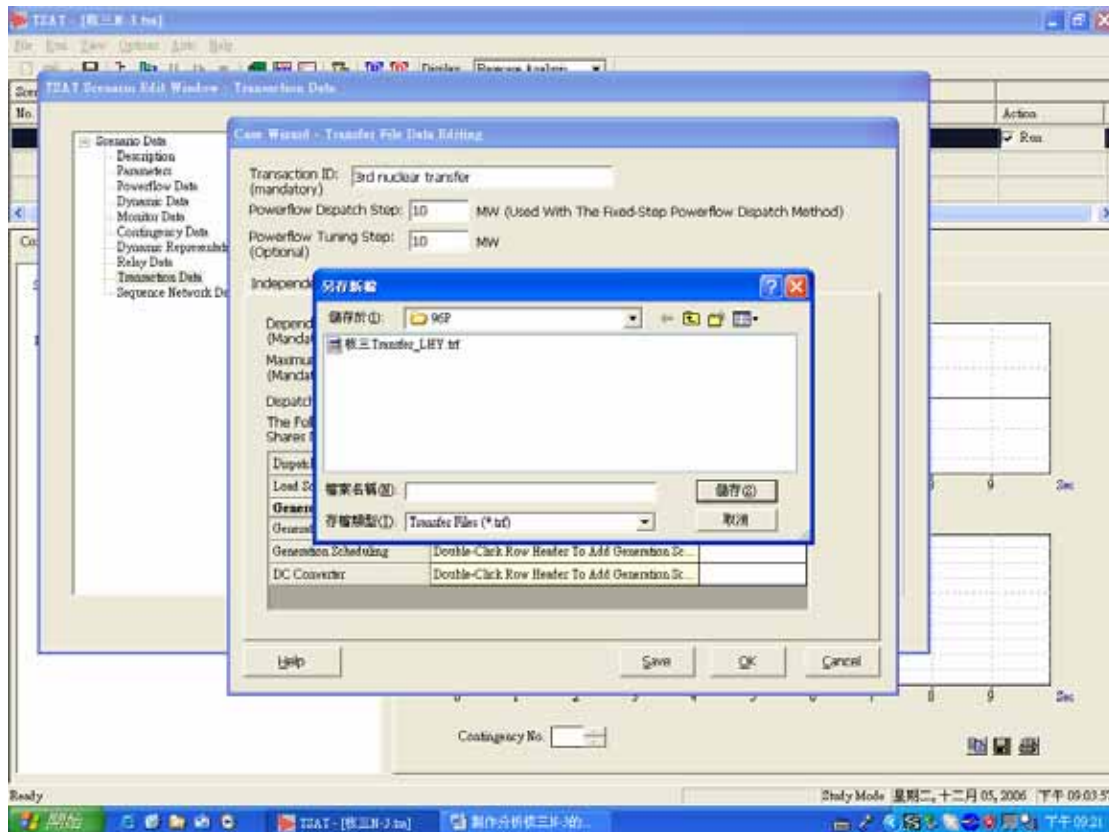
P15 : 將核三廠一號機的 Type 設成 Excluded



P16：同前三個步驟，在選取核三廠二號機，Type 為 Excluded。



P17：儲存 Transfer File 為 \*.trf 檔。



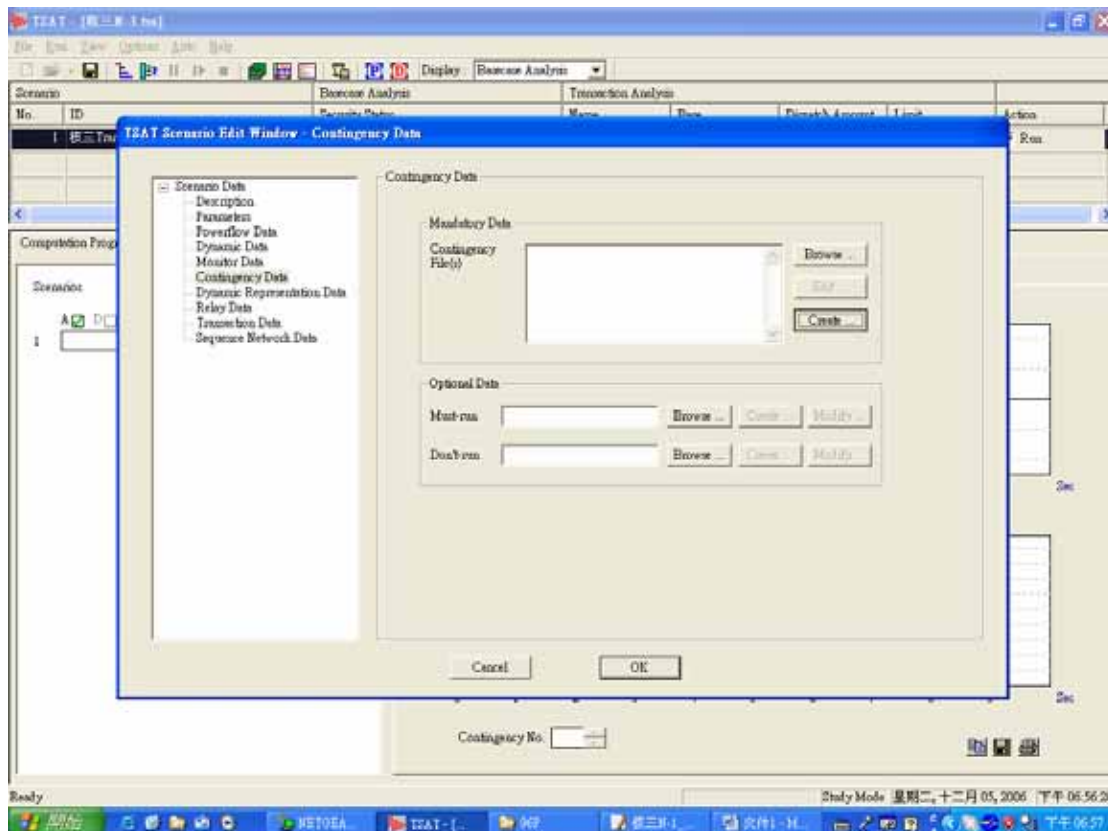
### 3. TSAT 之偶發事故與清除時間 (Contingency)

目的：製作分析核三出口四回線發生 N-3 事故的 Contingency Data。

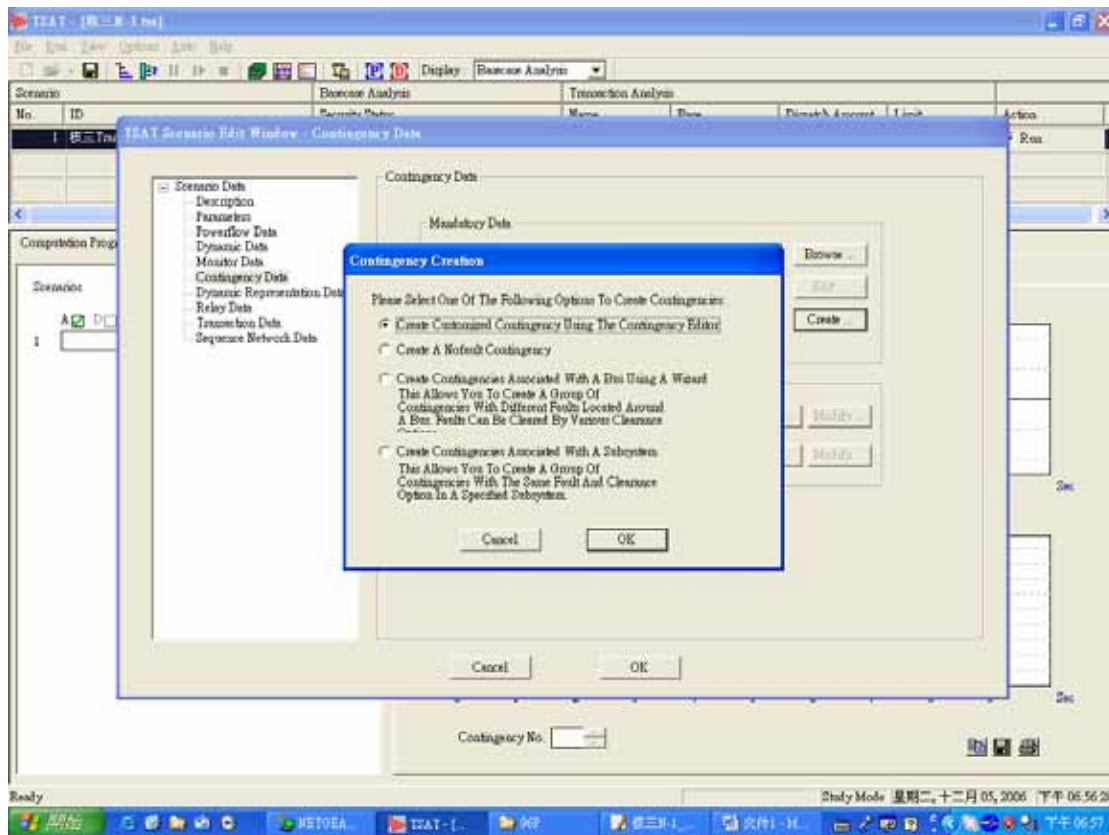
說明：Contingency Data 主要順序為：

- (7)0.5 週波時，核三發生 Bus Fault。
- (8)非故障端 4 週波清除。
- (9)故障端 5.5 週波清除。

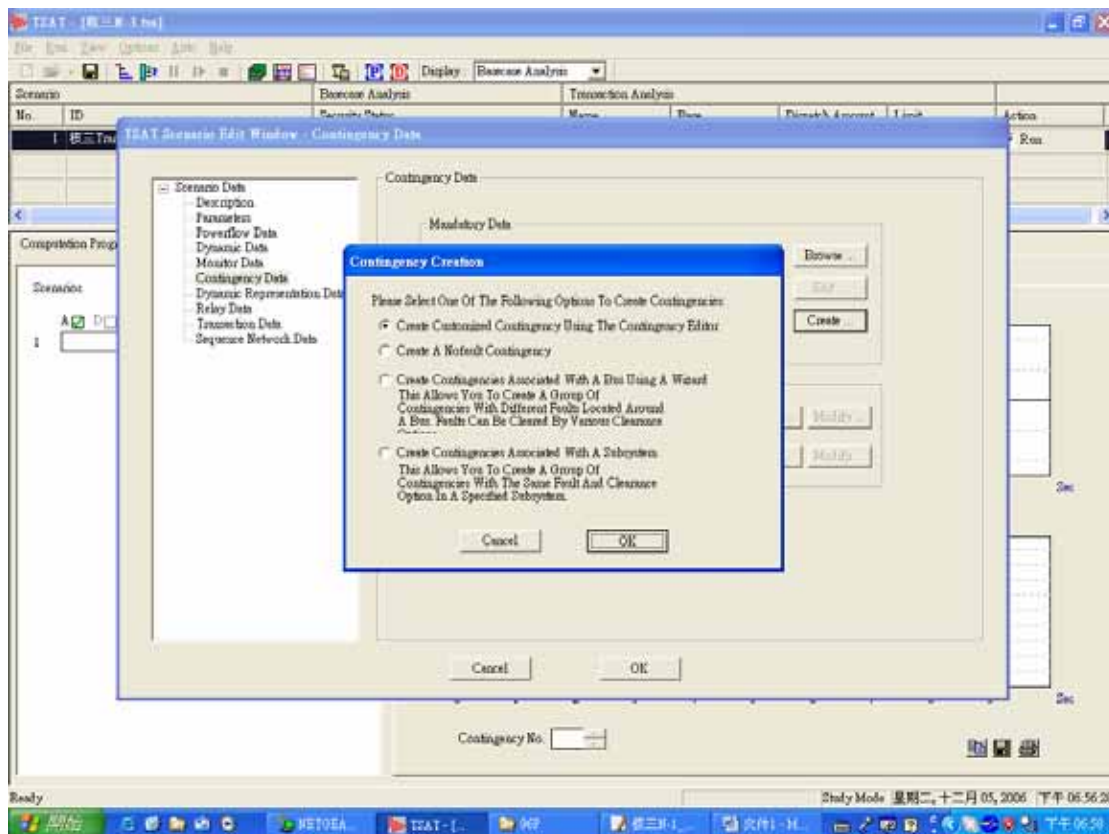
P1：選擇 Contingency Data 在 Contingency File(s)右側按 Create。



P2：出現 Contingency Creation 對話視窗，選擇第一個選項。

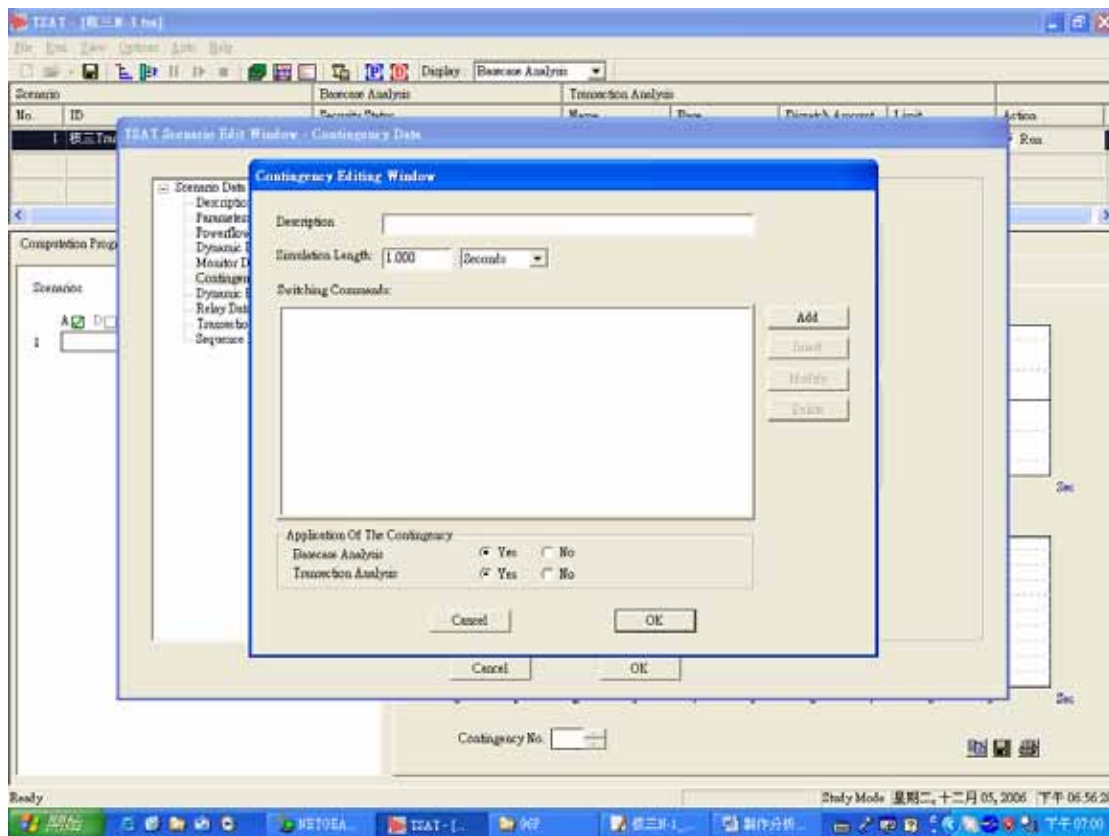


P3：按 OK。

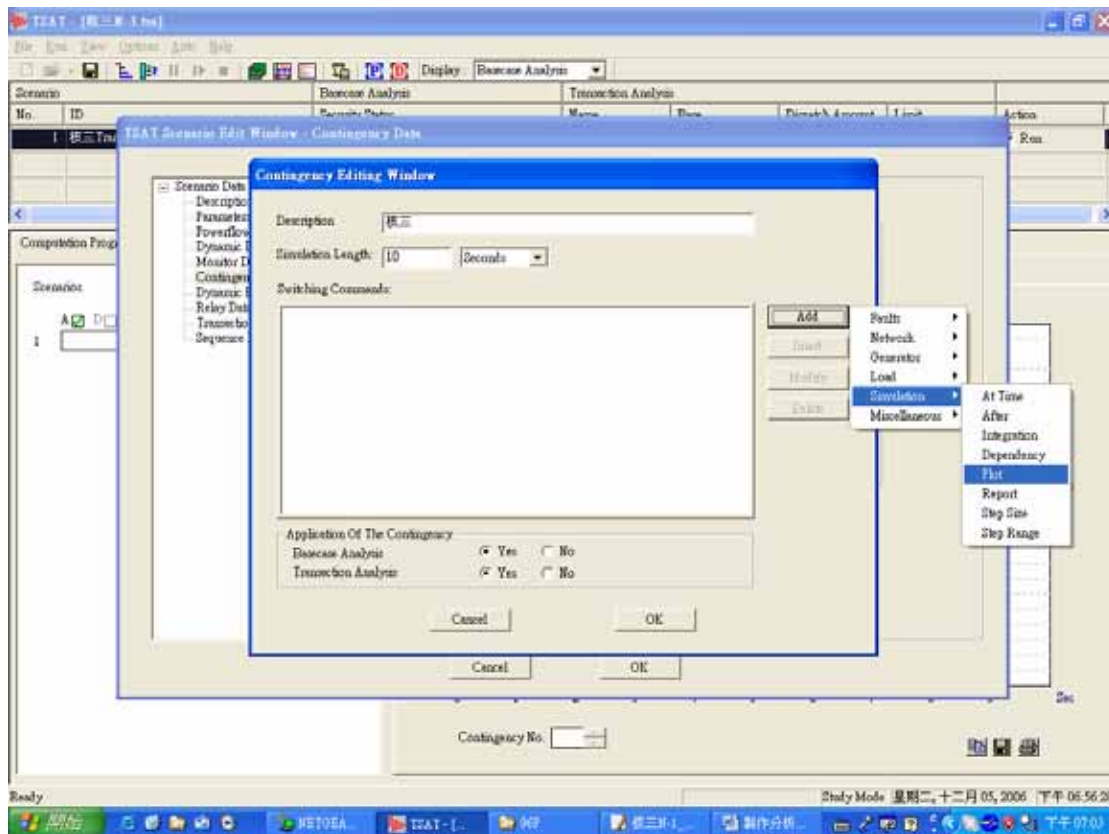




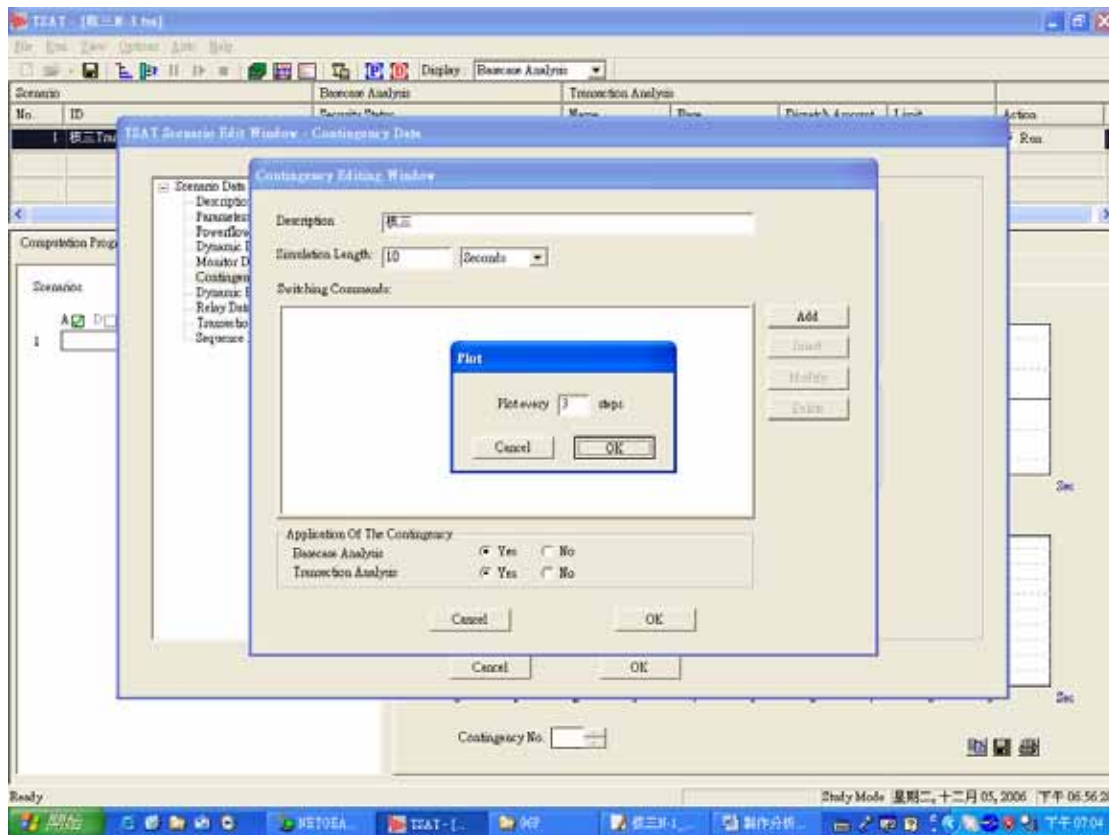
P4：在 Description 空欄內輸入名稱。



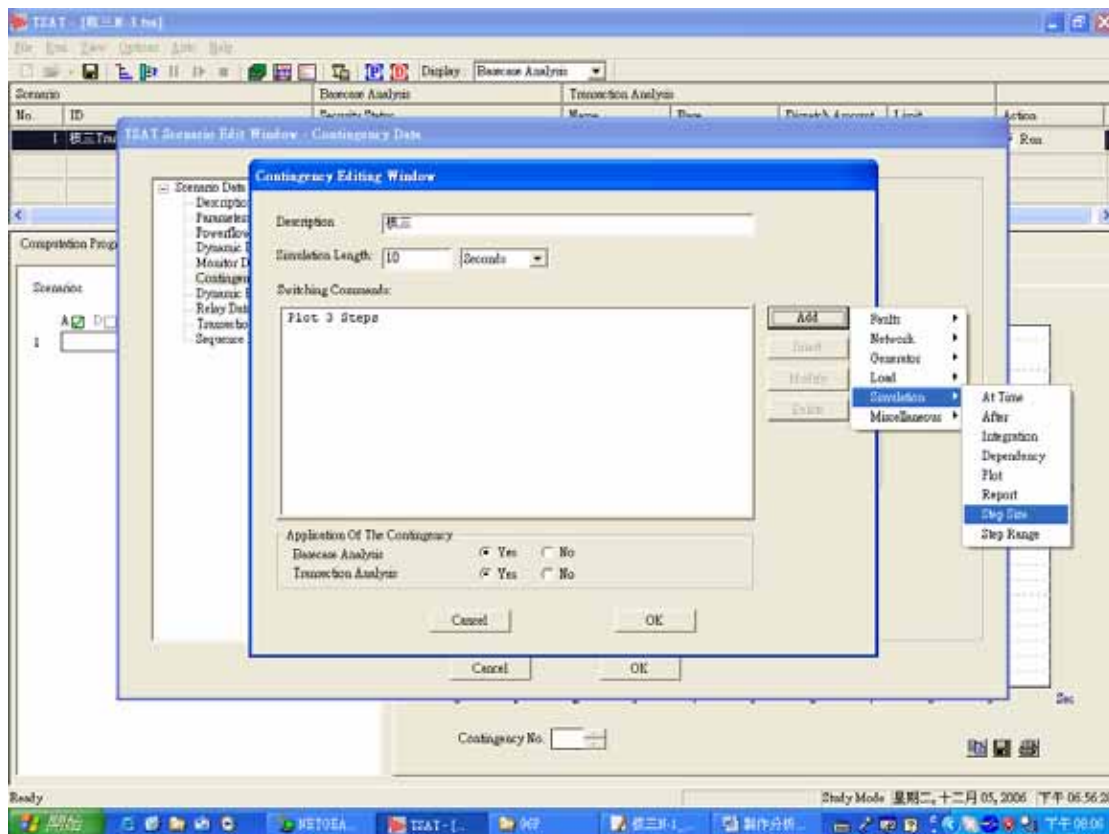
P5：Simulation Length 設為 10 秒，再按 Add/Simulation/Plot。



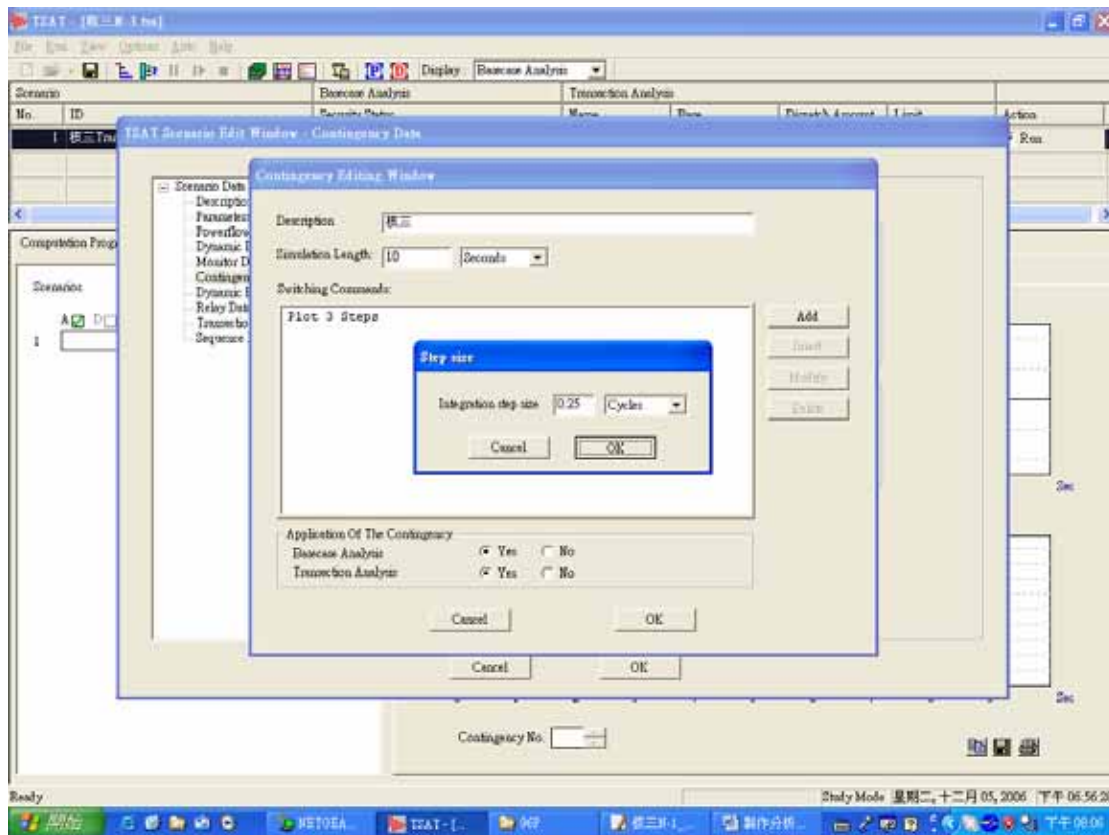
P6：設定每三個步長畫一點，按 OK。



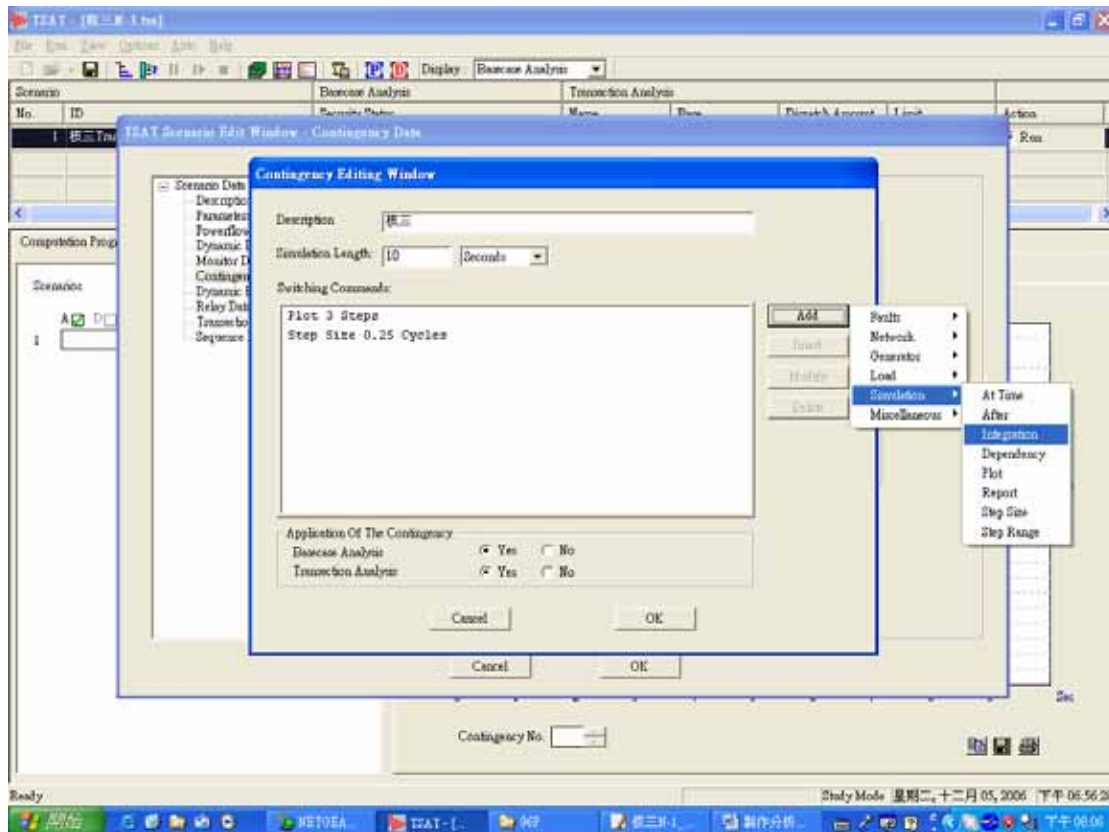
P7：按 Add/Simulation/Step Size。



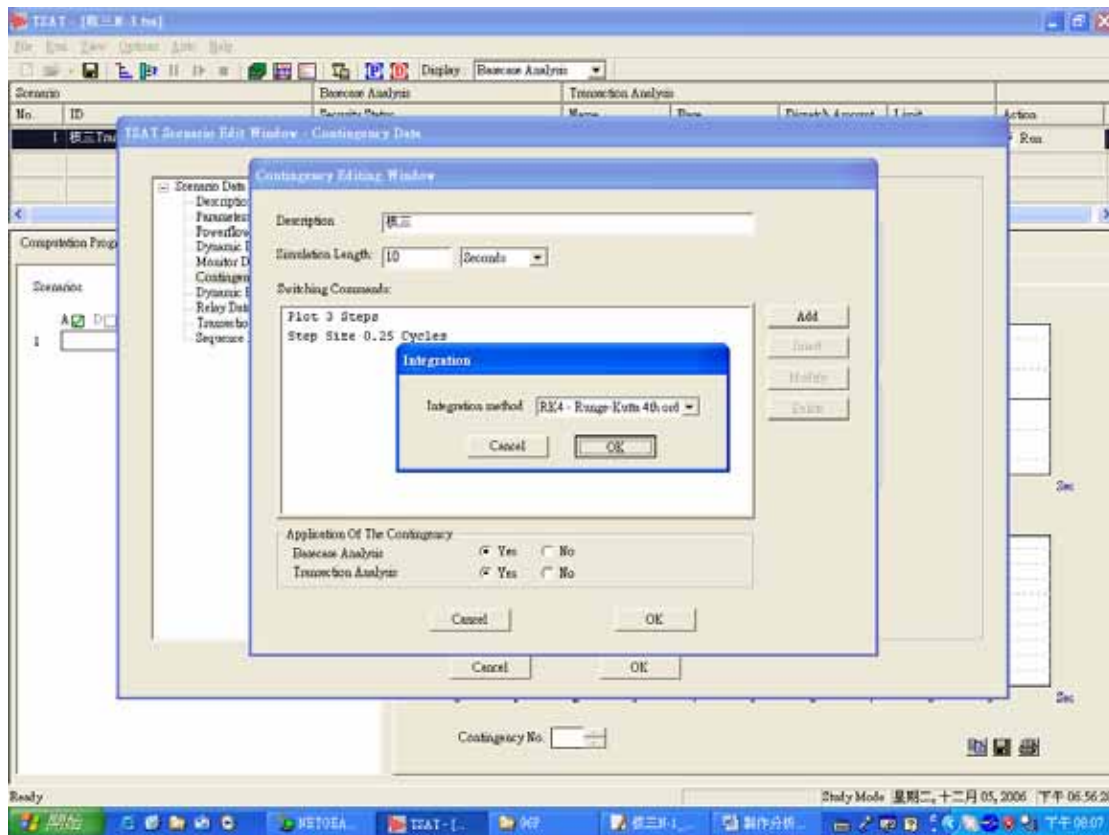
P8：設為 0.25 Cycles，按 OK。



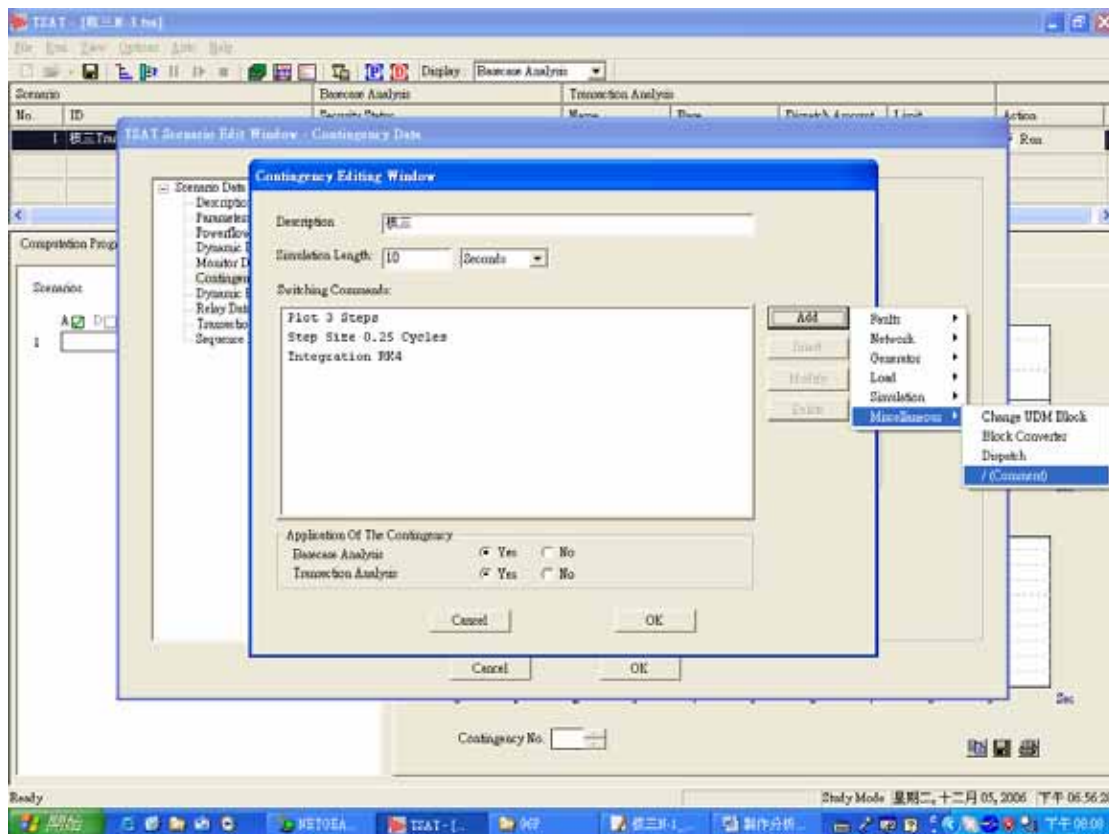
P9：按 Add/Simulation/Integration。



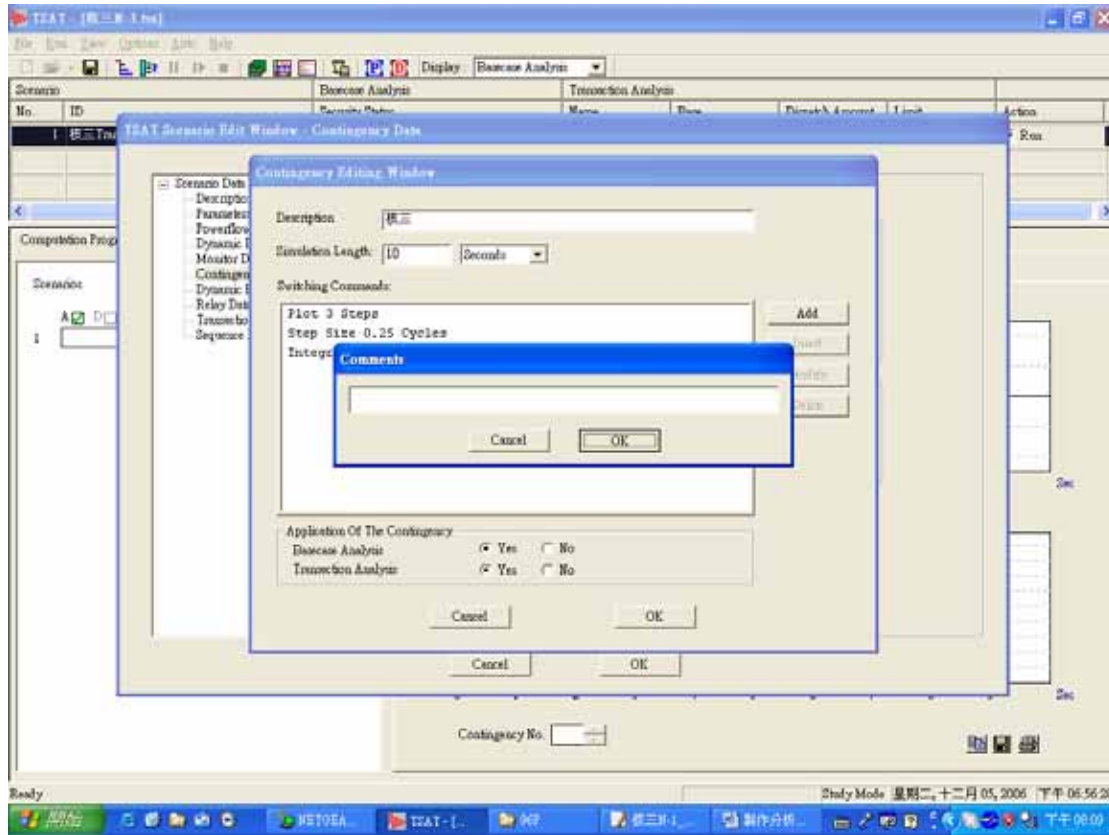
P10：選擇 RK4 - Runge-Kutta 4TH ord，按 OK。



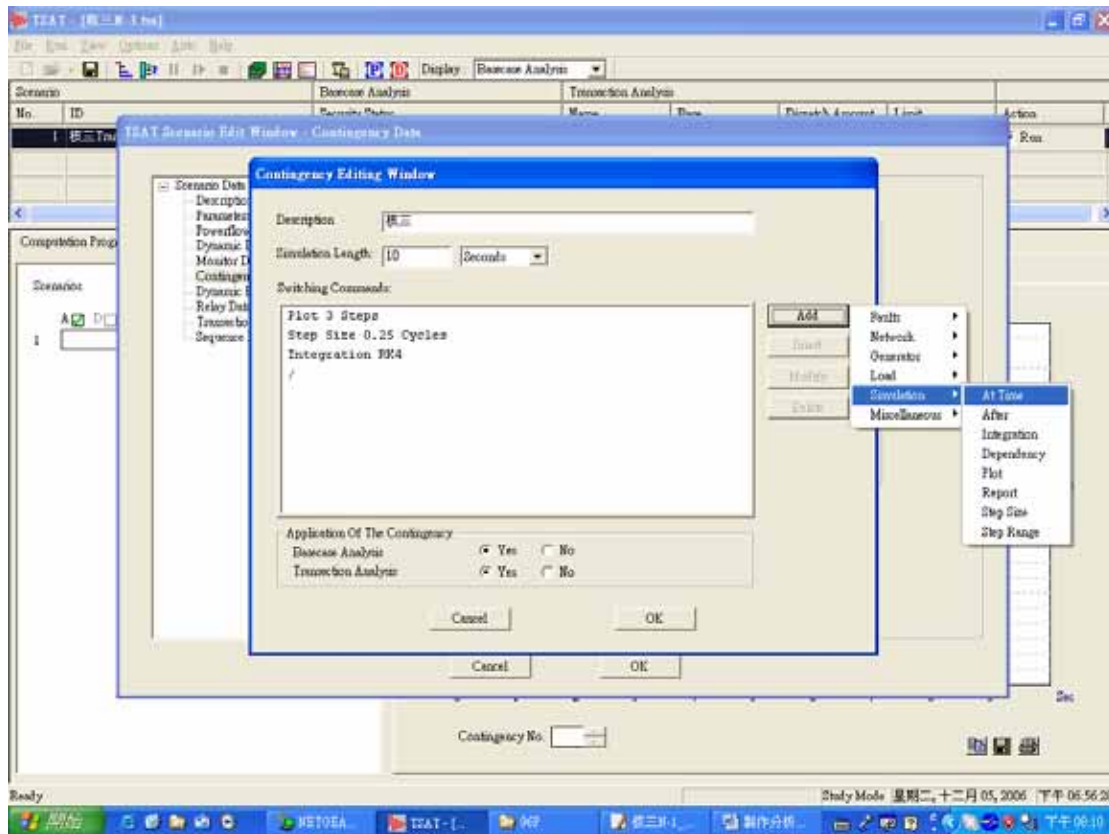
P11：按 Add/Miscellaneous/(Comment)。



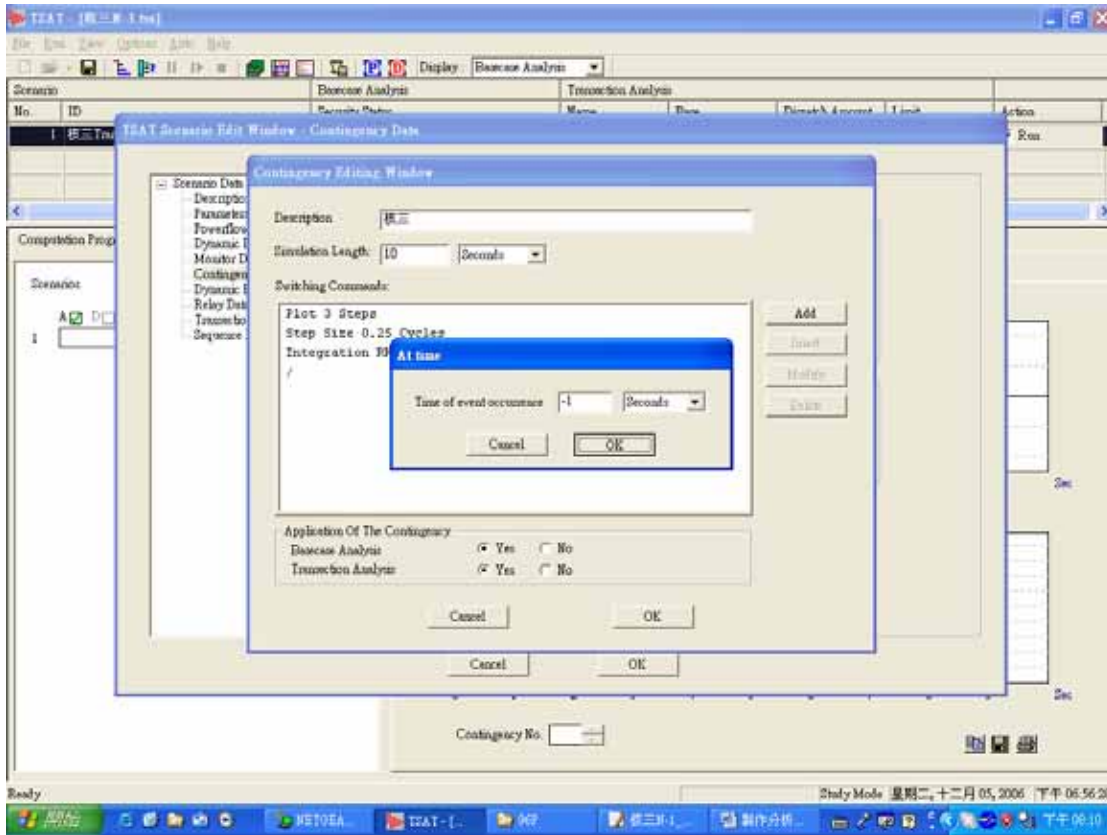
P12：按 OK。



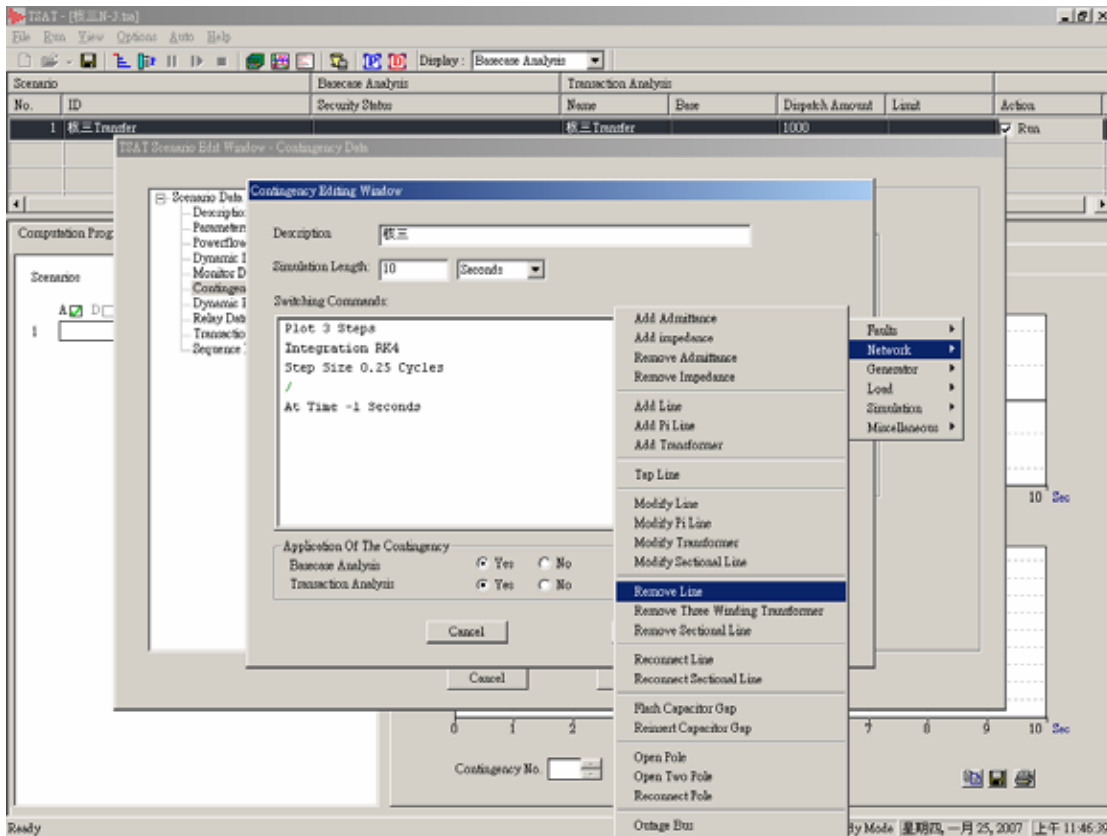
P13：按 Add/Simulation/At Time。



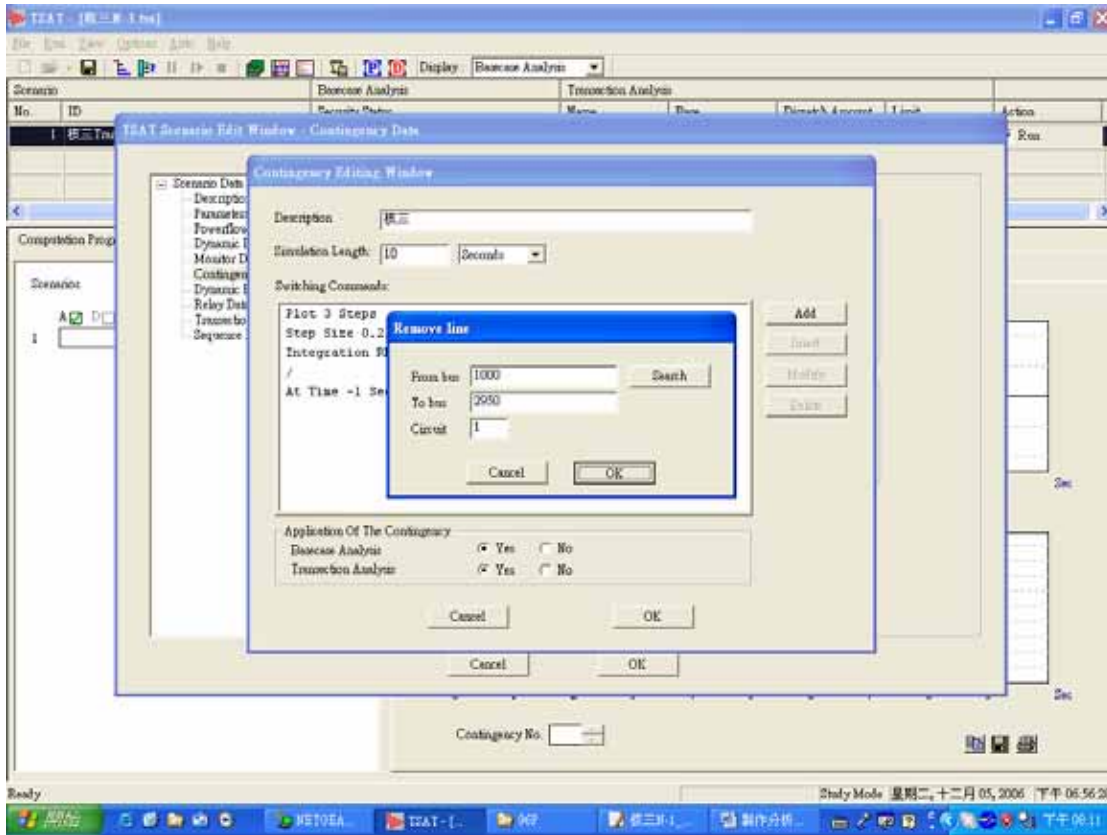
P14：設定時間為-1 秒，按 OK。



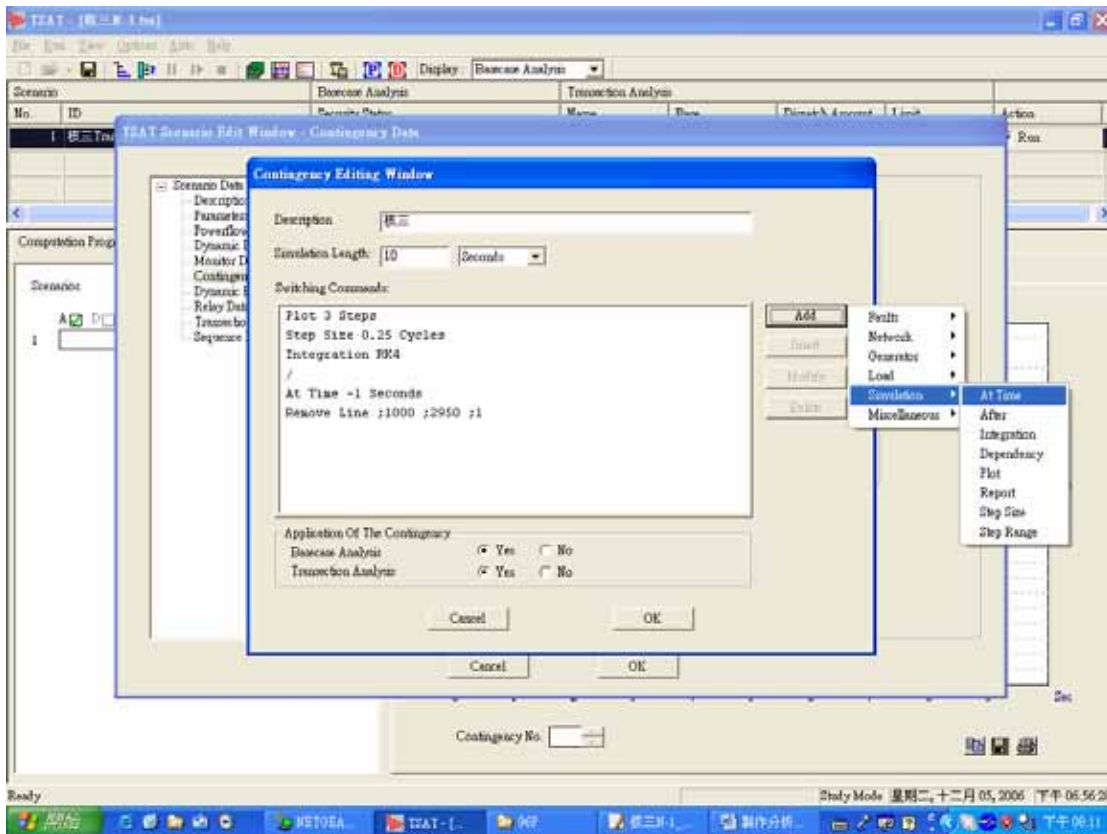
P15：按 Add/Network/Remove Line。



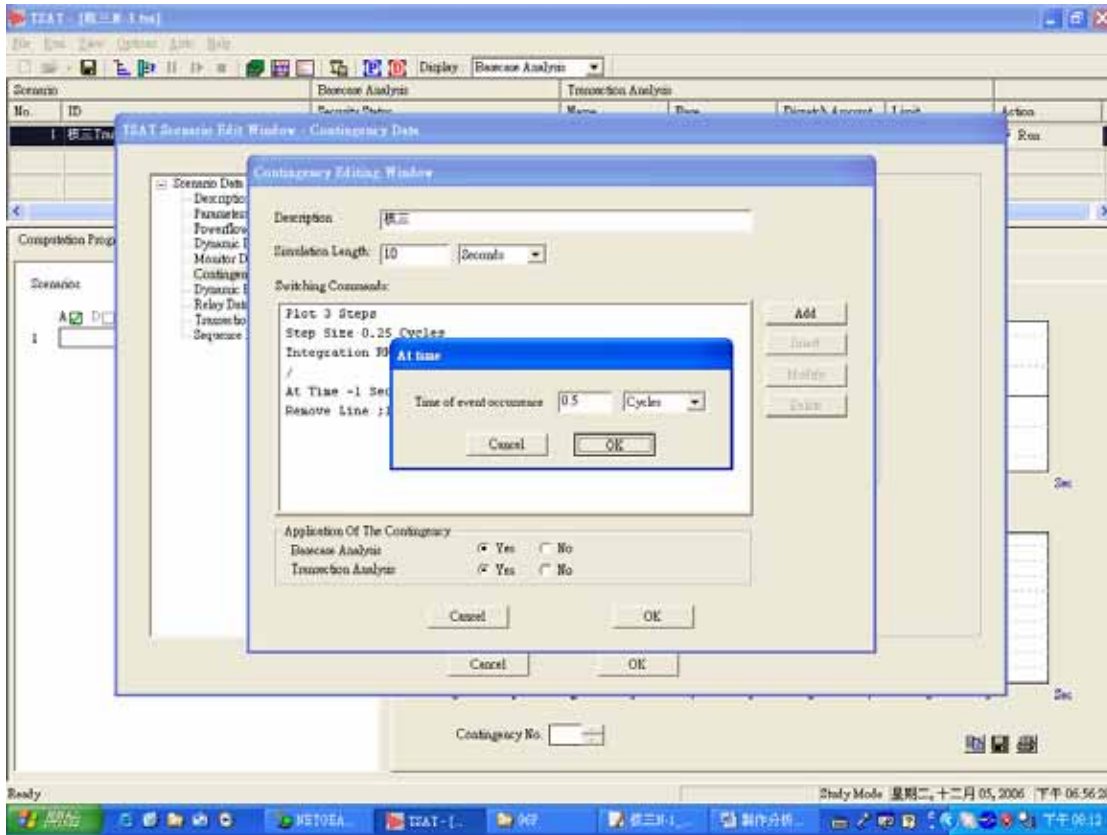
P16 : Remove 核三~大鵬第一回線。



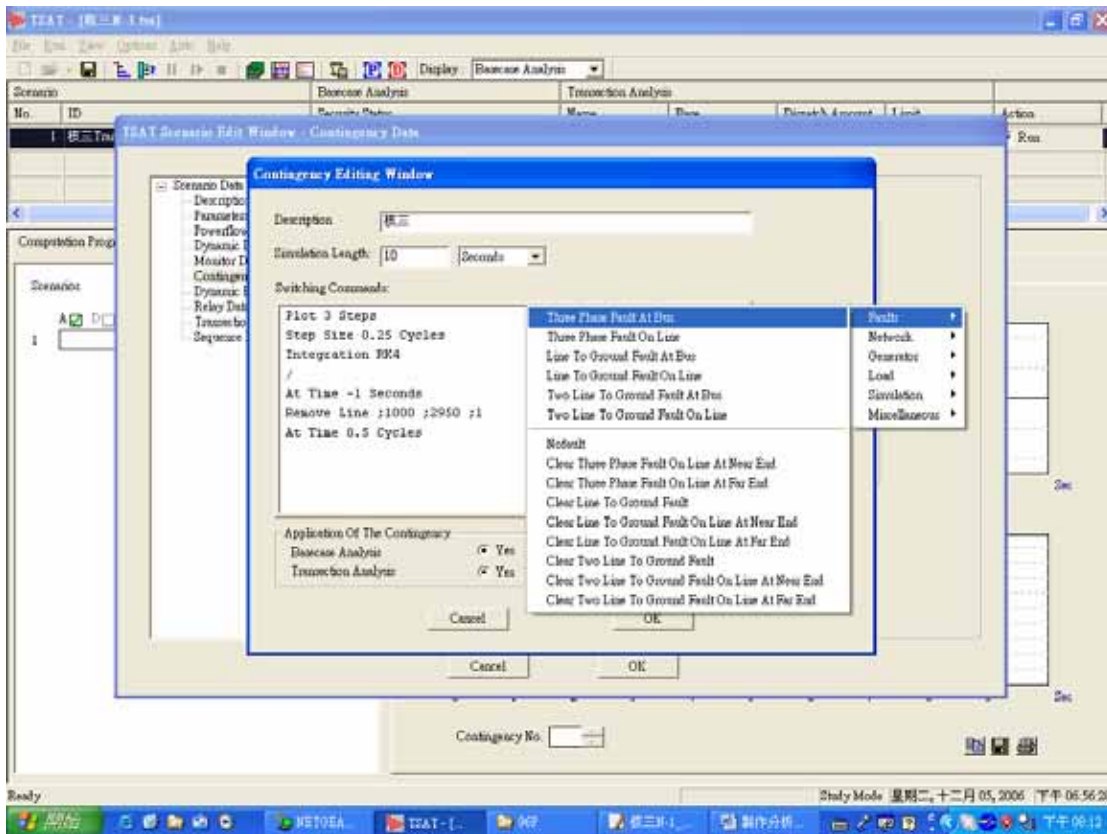
P17 : 按 Add/Simulation/At Time。



P18：設定時間為 0.5 Cycles，按 OK。

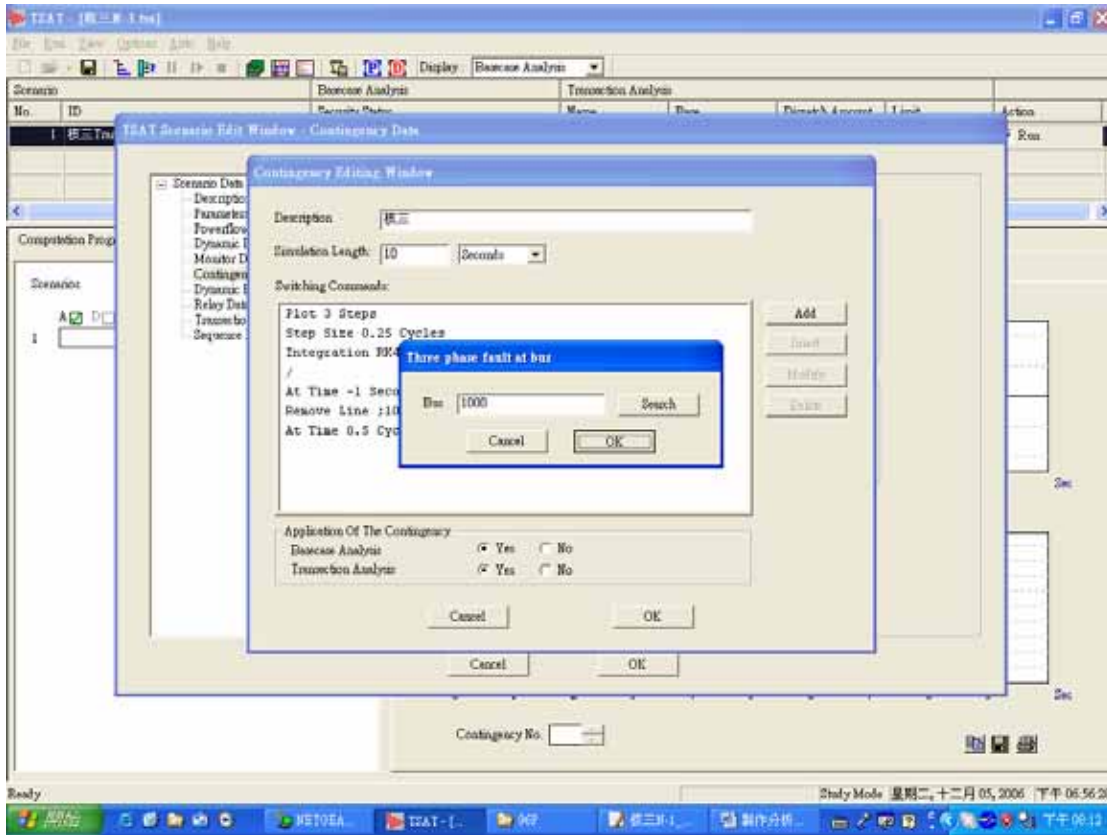


P19：按 Add/Faults/Three Phase Fault At Bus。

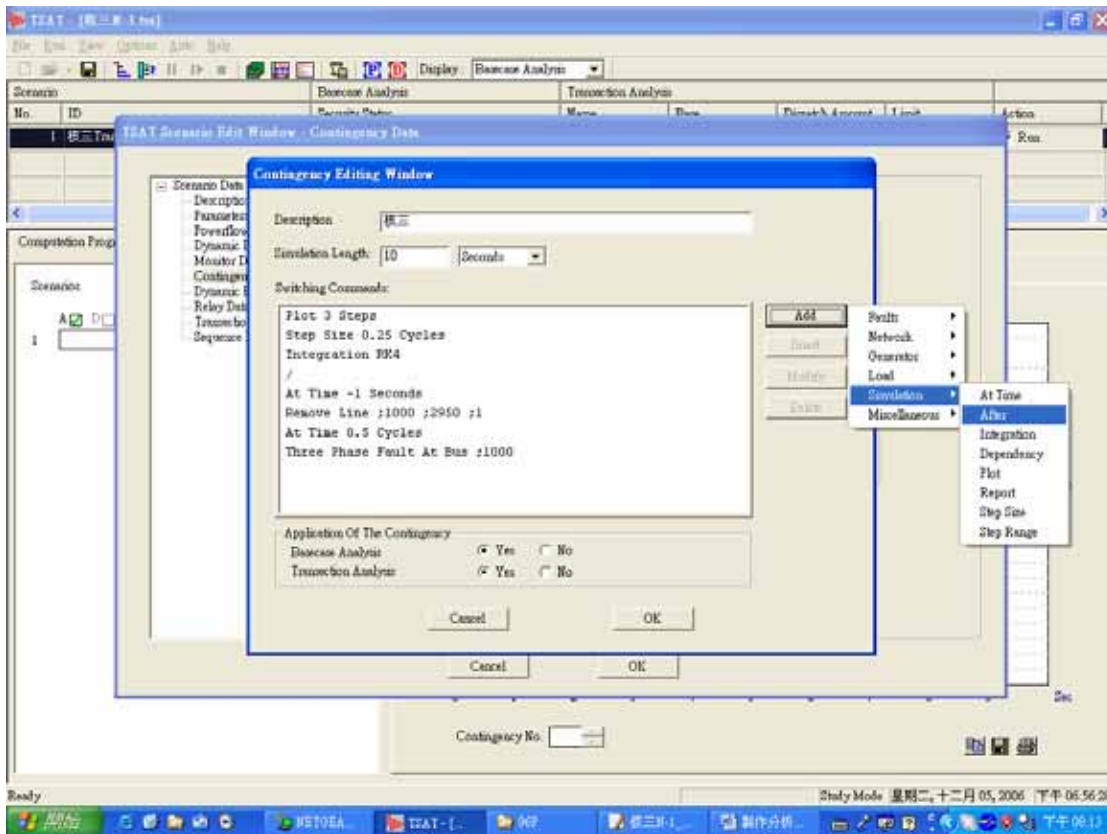




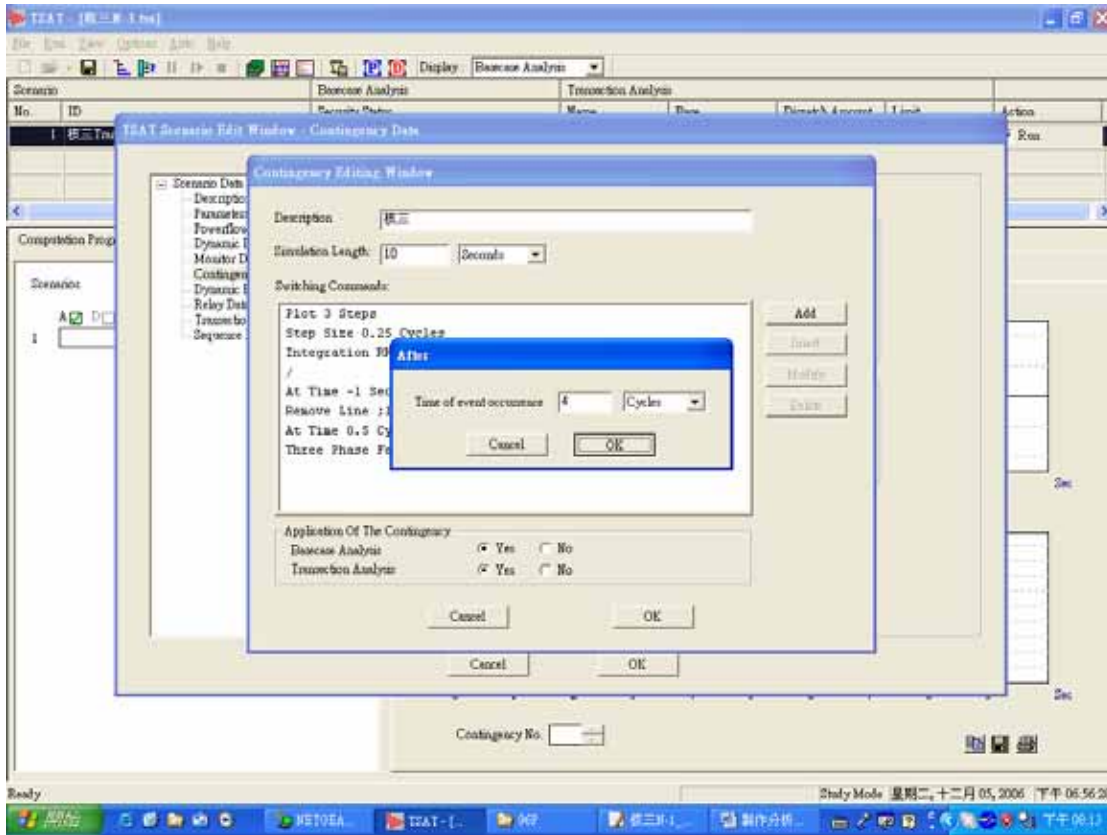
P20 : Bus 選擇核三廠。



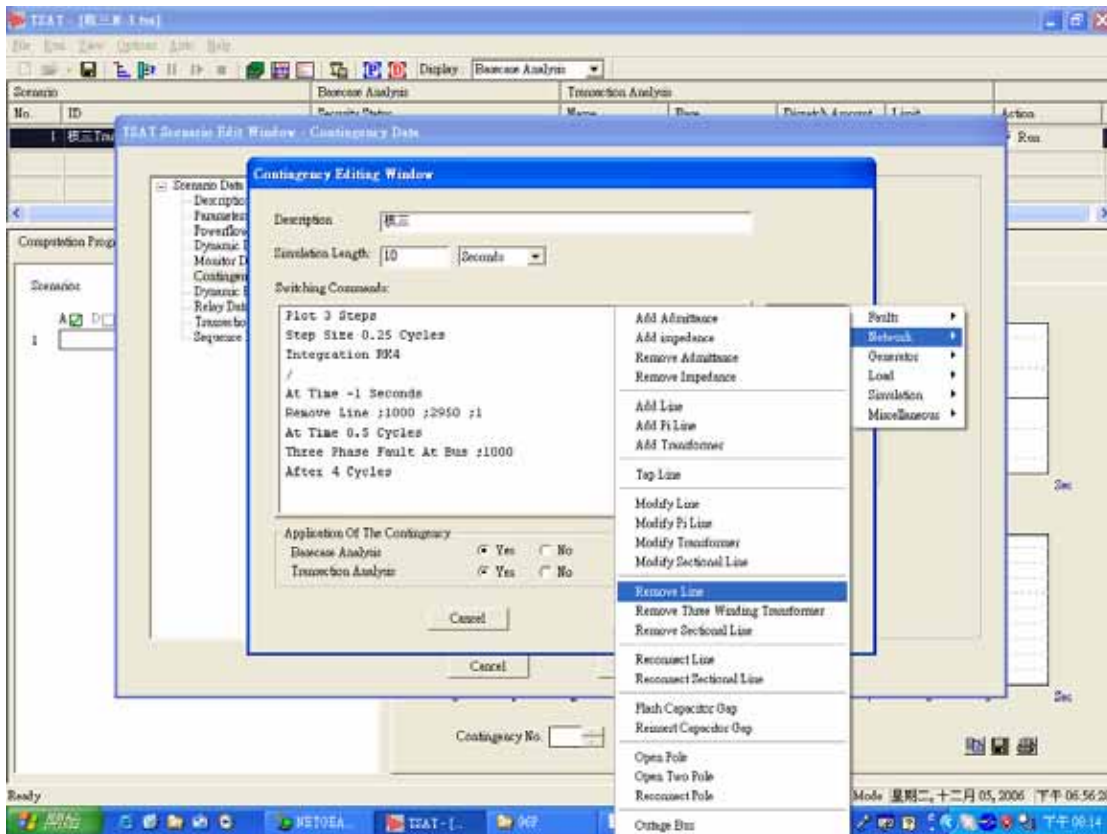
P21 : 按 Add/Simulation/After。



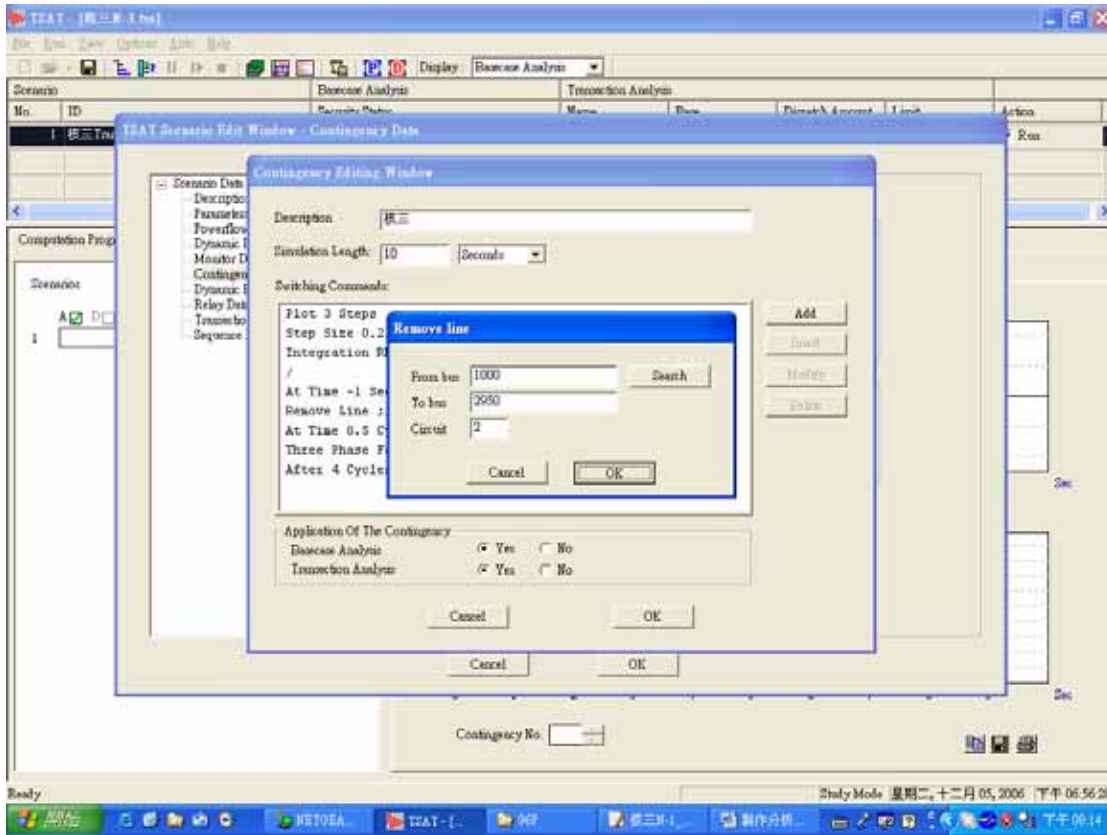
P22：時間設定為 4 Cycles，按 OK。



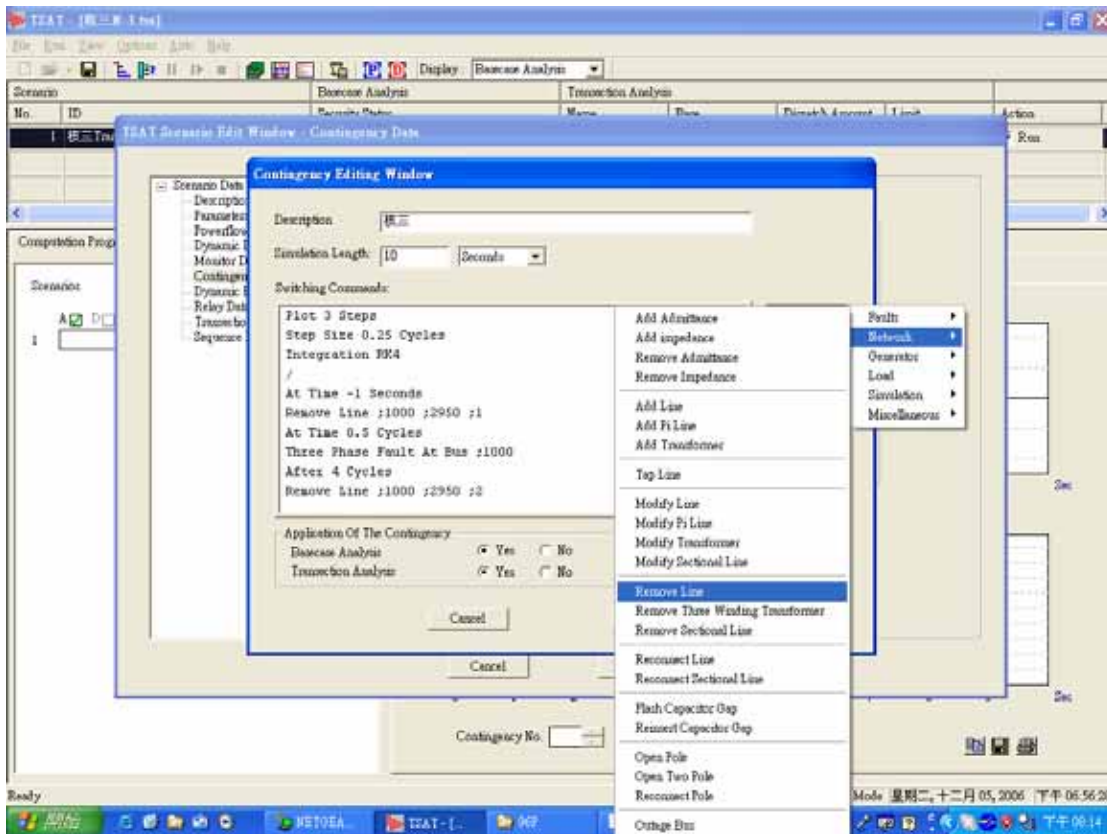
P23：按 Add/Network/Remove Line。



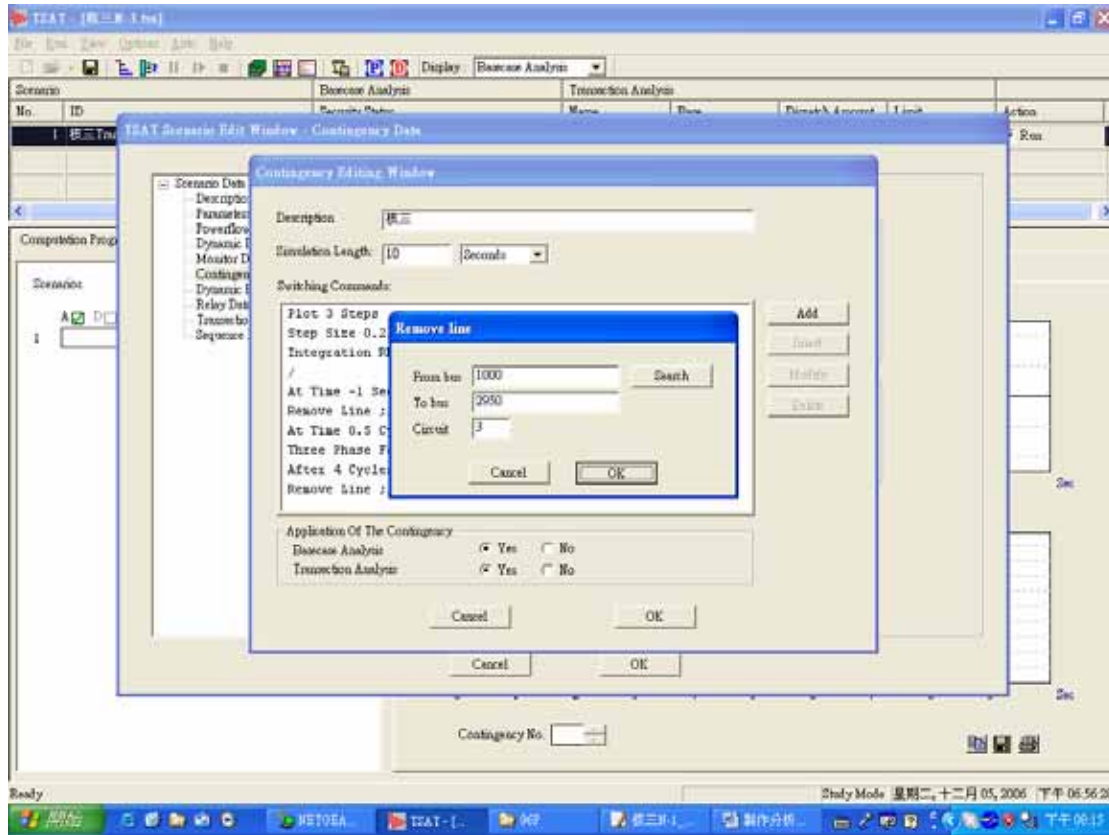
P24 : Remove 核三~大鵬第二回線，按 OK。



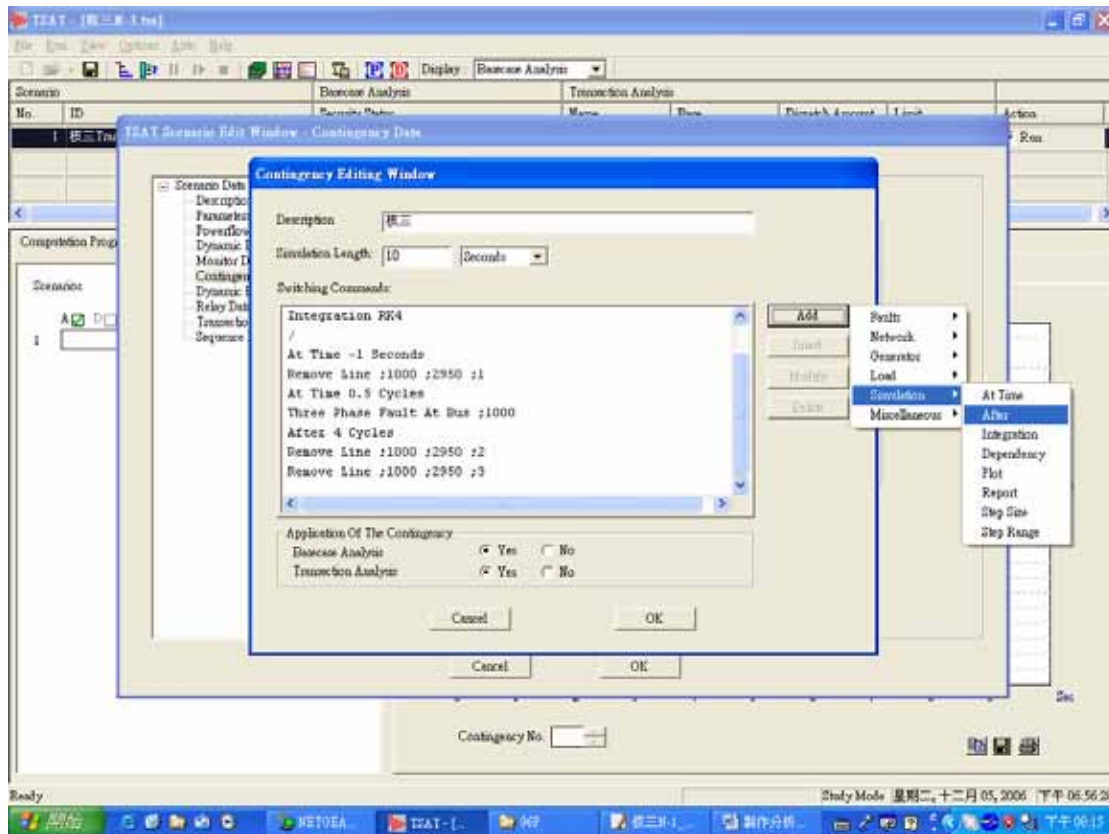
P25 : 按 Add/Network/Remove Line。



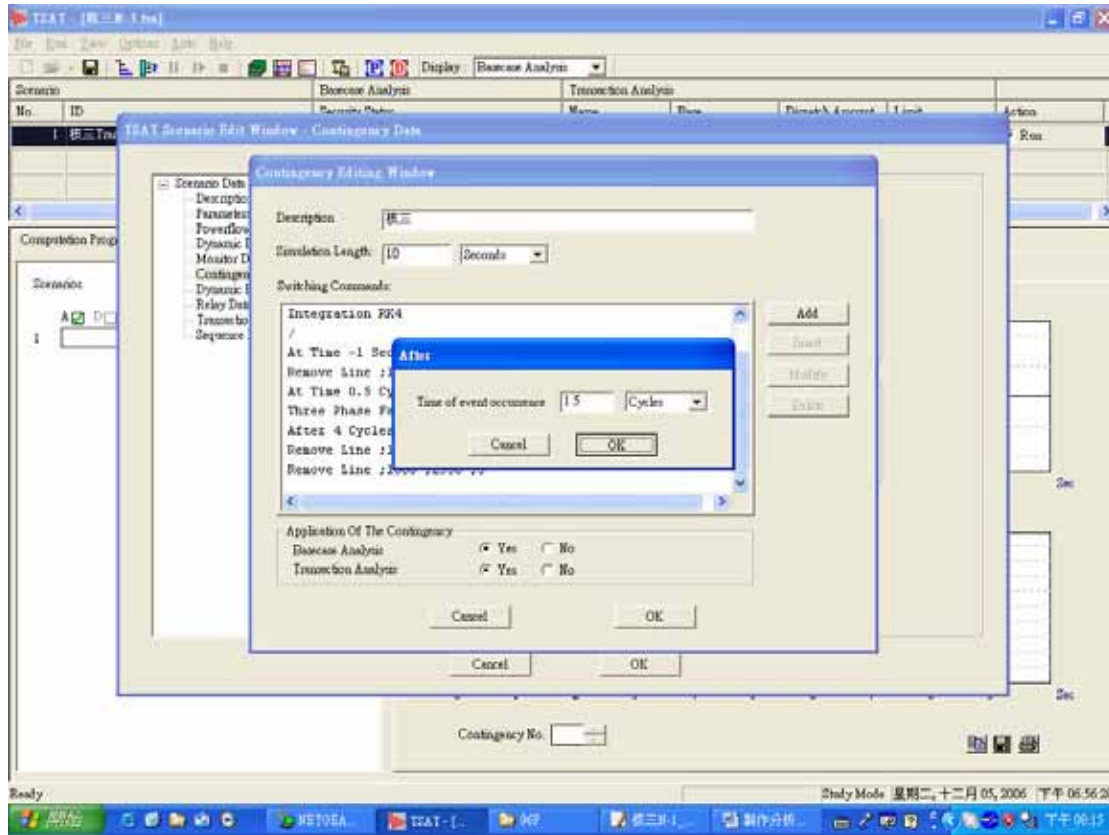
P26 : Remove 核三~大鵬第三回線，按 OK。



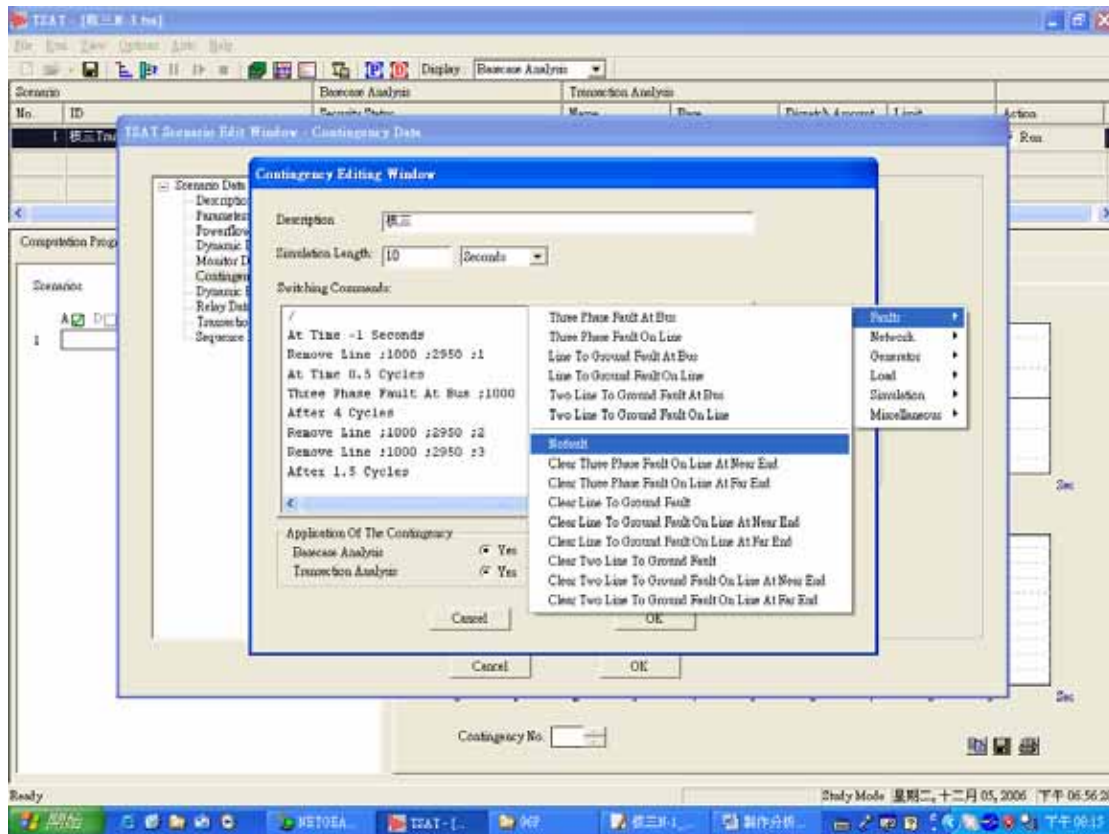
P27 : 按 Add/Simulation/After。



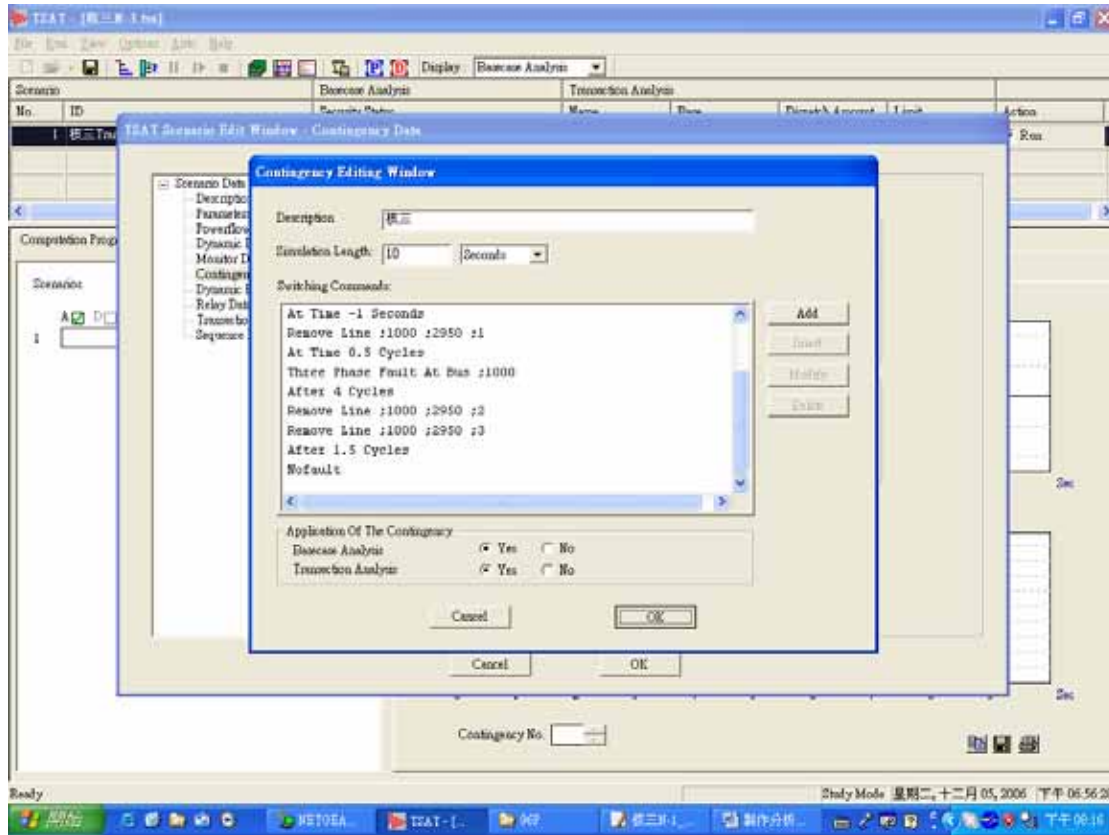
P28：時間設定為 1.5 Cycles，按 OK。



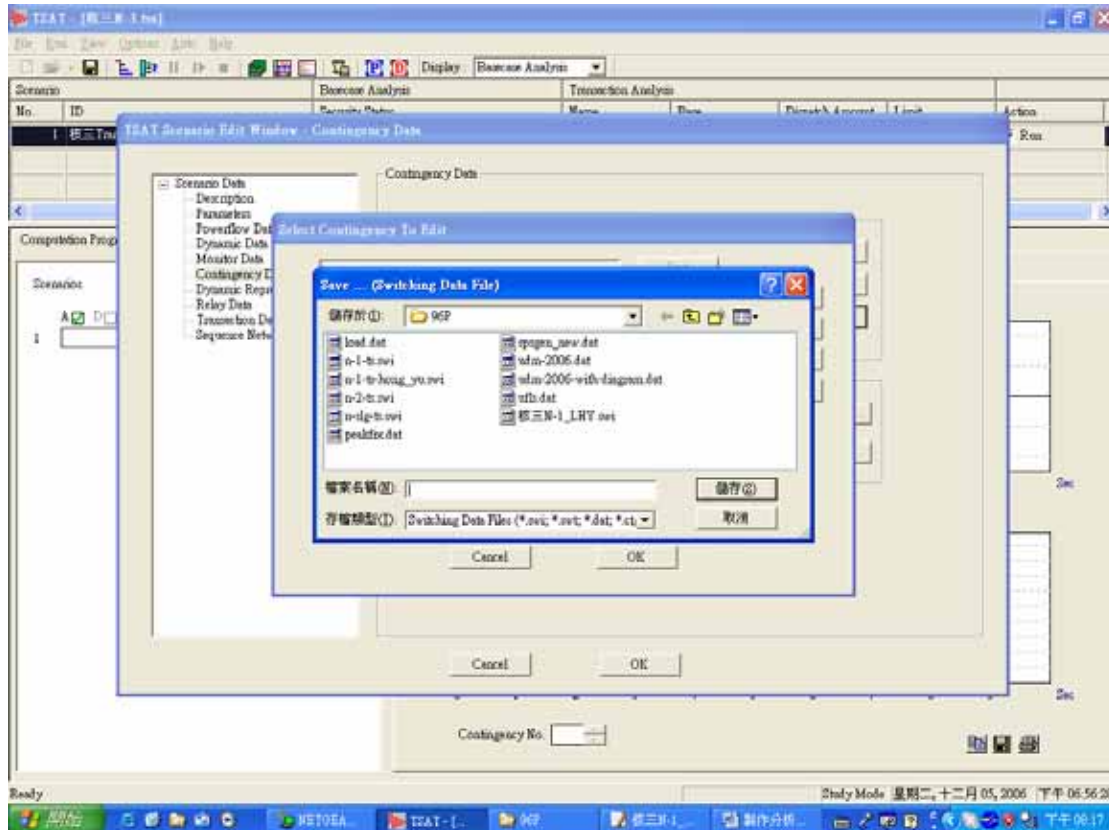
P29：按 Add/Faults/Nofault。



P30：按 OK。



P31：儲存檔案為\*.swi 檔。

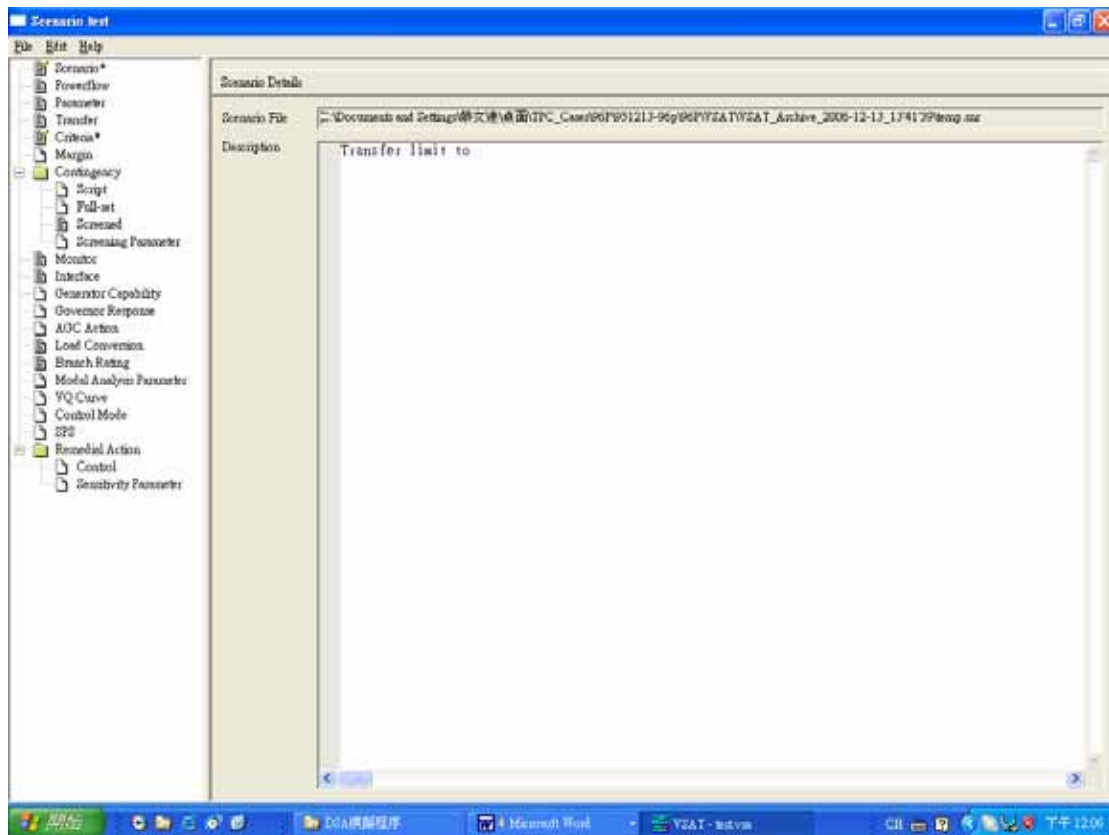


## 4. VSAT 區域電力傳輸 P-V 曲線

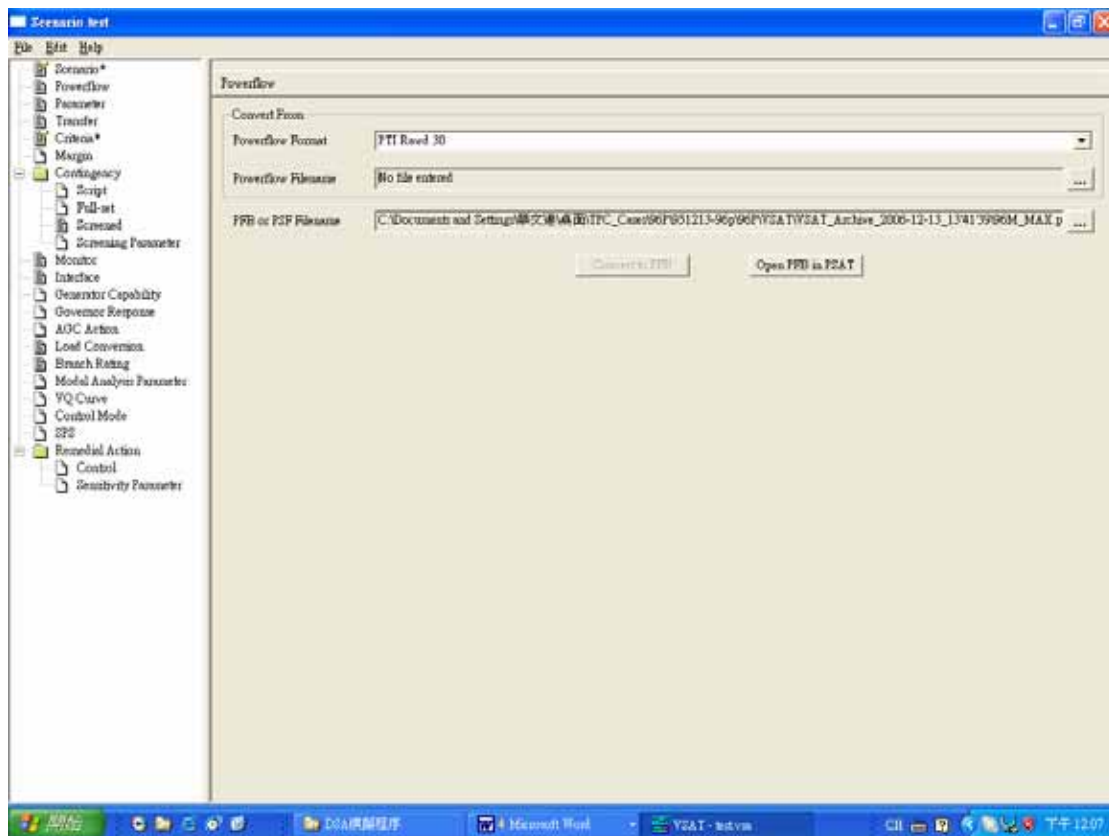
目的：呈現發生 N-3 事故且協和機組停機後增加中送北電力之 P-V 曲線。

說明：發生以下 N-3 事故後：1. 龍潭北～中寮南一路。2. 核二～汐止二路。3. 板橋～汐止紅線。逐漸增加中送北電力，匯流排電壓限制於 0.9~1.05pu，輸出監視量為：龍潭北 E/S、天輪 E/S 與中寮南 S/Y 電壓及南送中與中送北電力量。

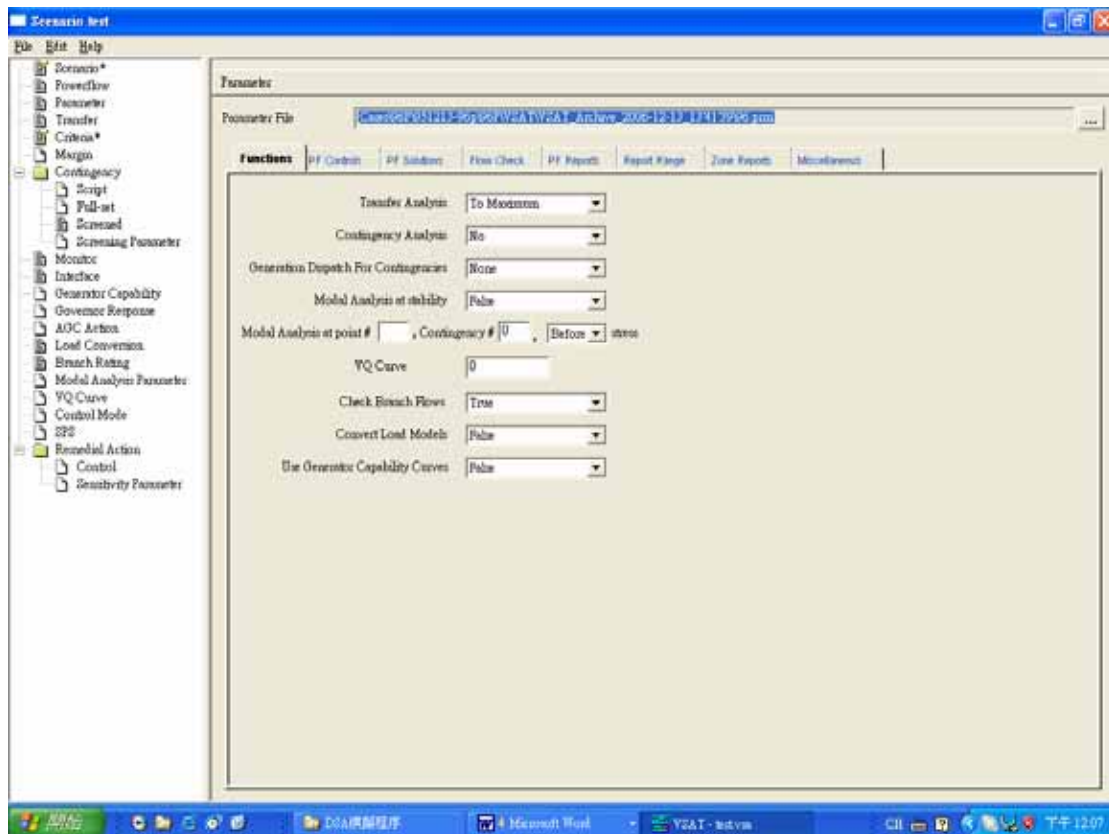
P1：Scenario 畫面



P2 : Powerflow case 畫面

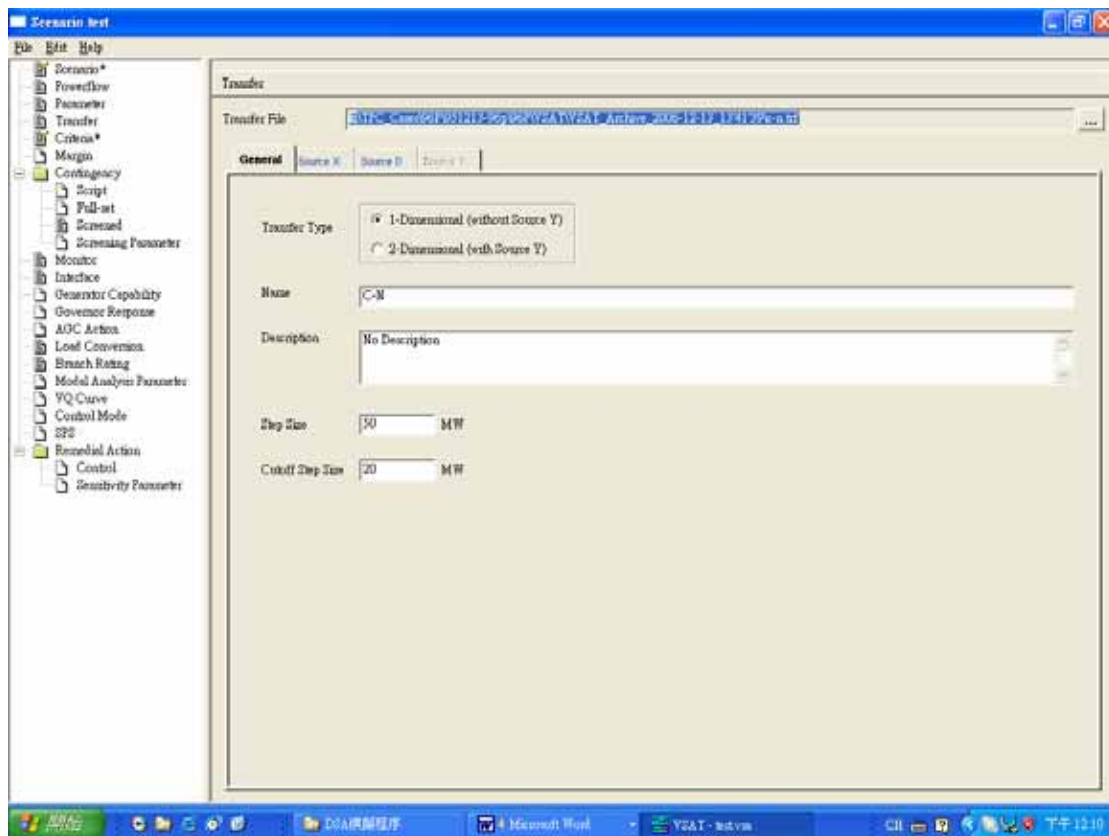


P3 : Parameter 畫面

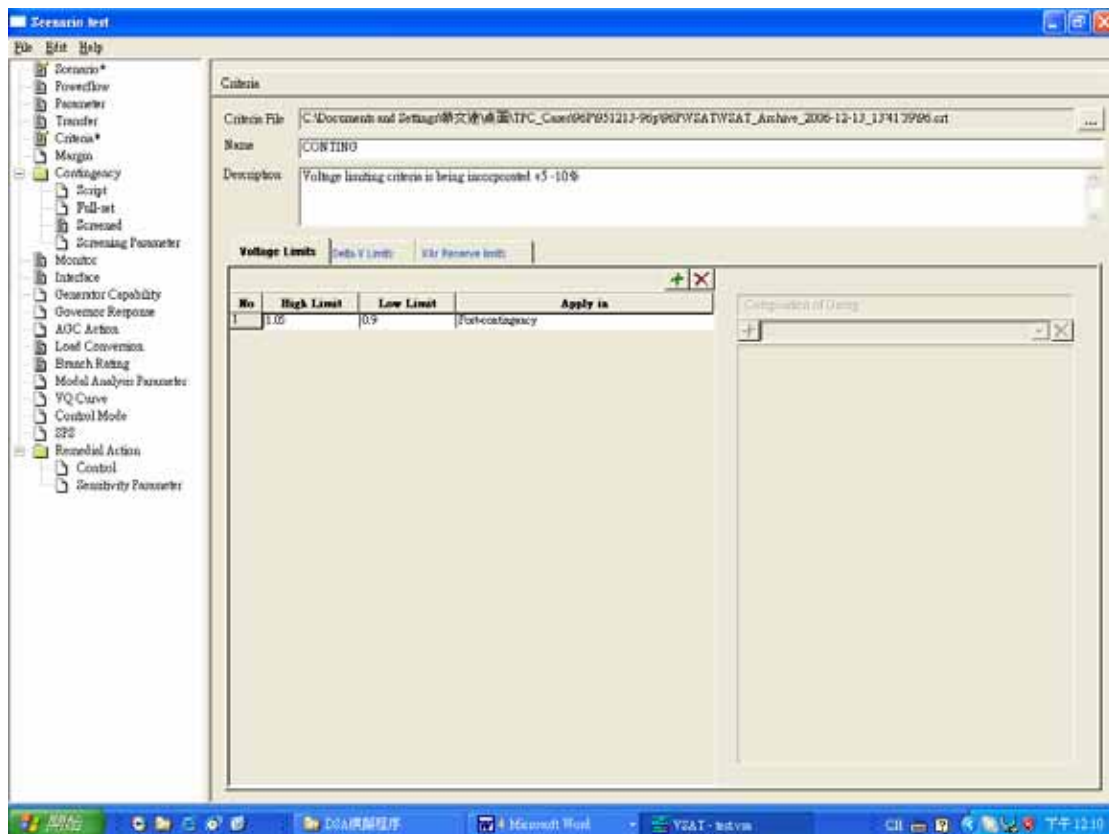




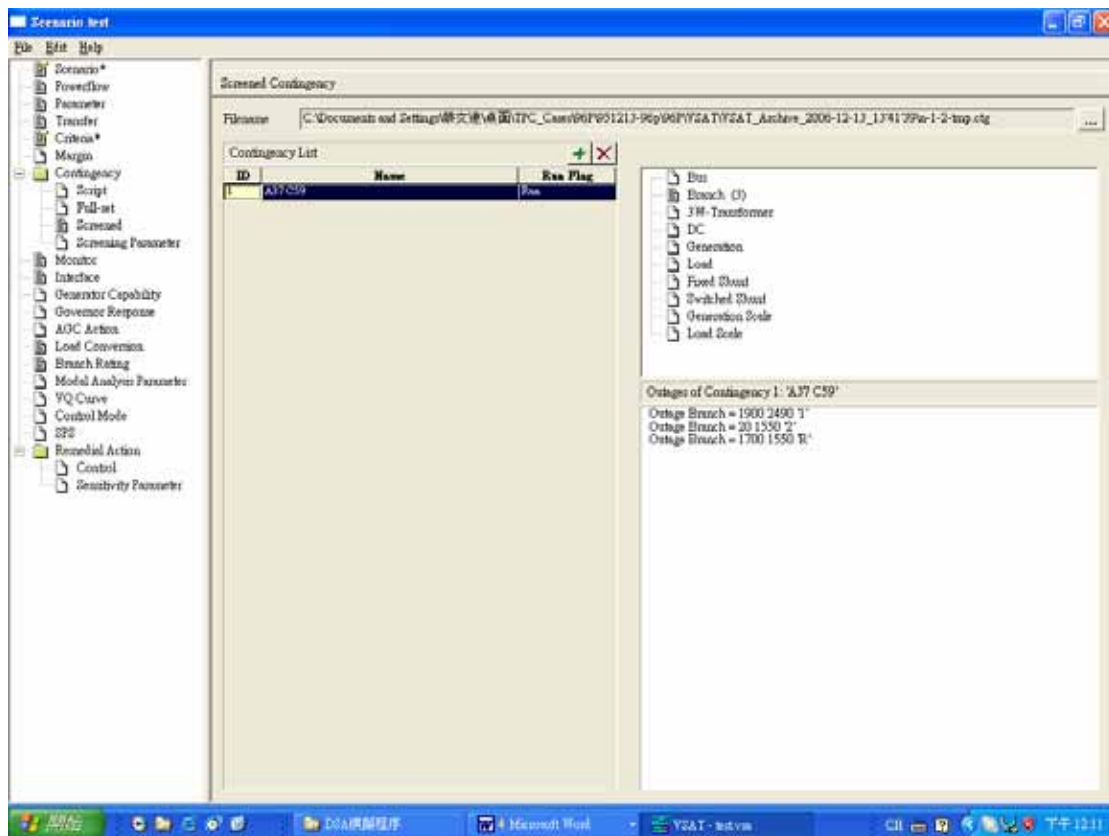
P4 : Transfer 畫面



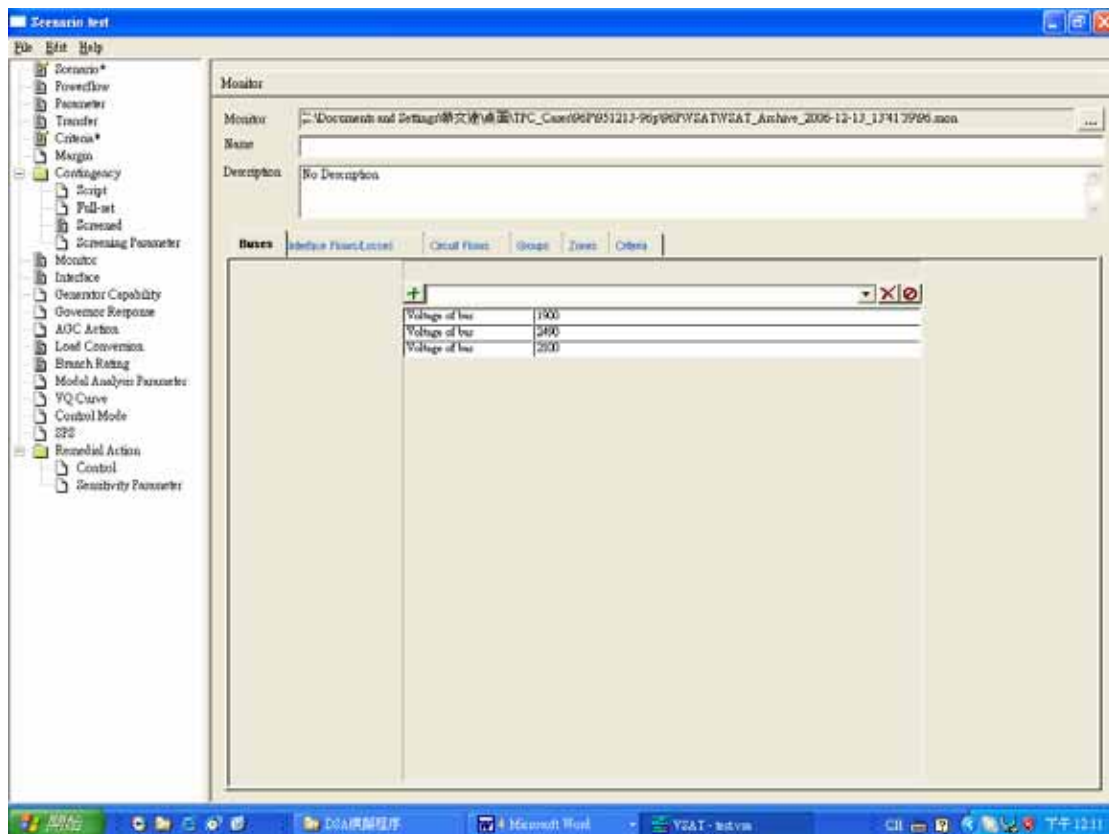
P5 : Criteria 畫面



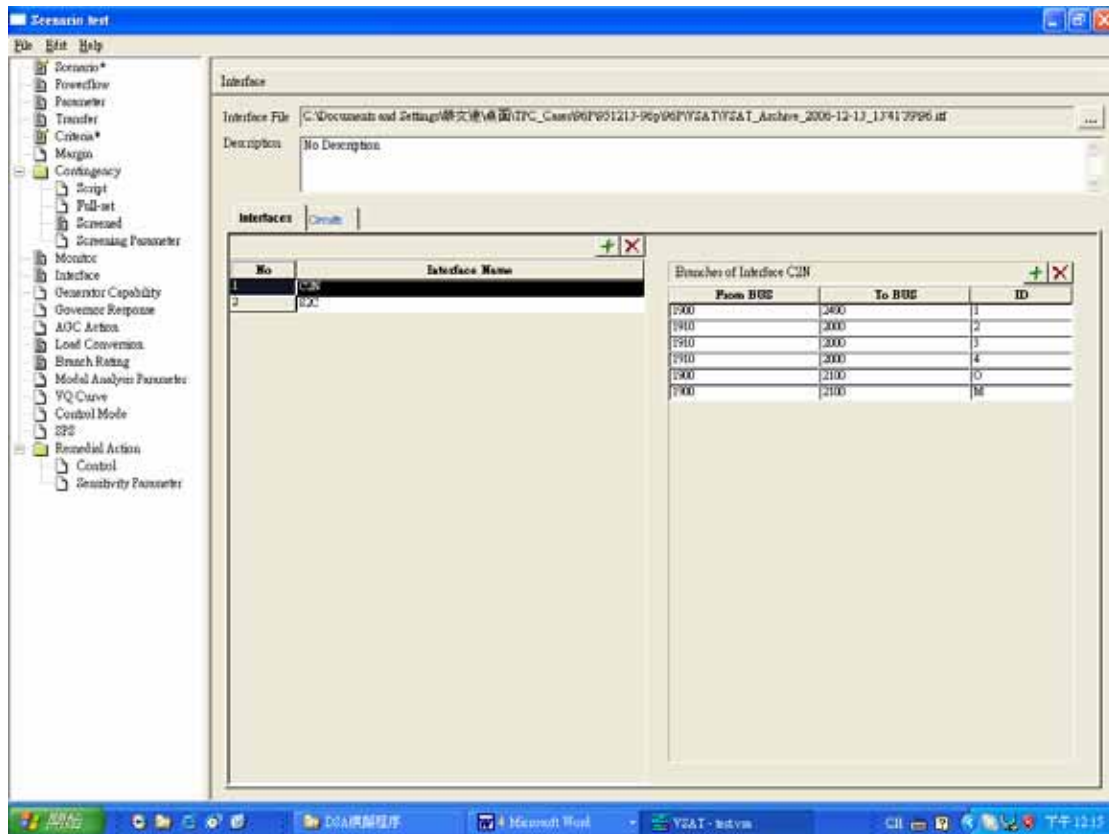
P6 : Contingency 畫面



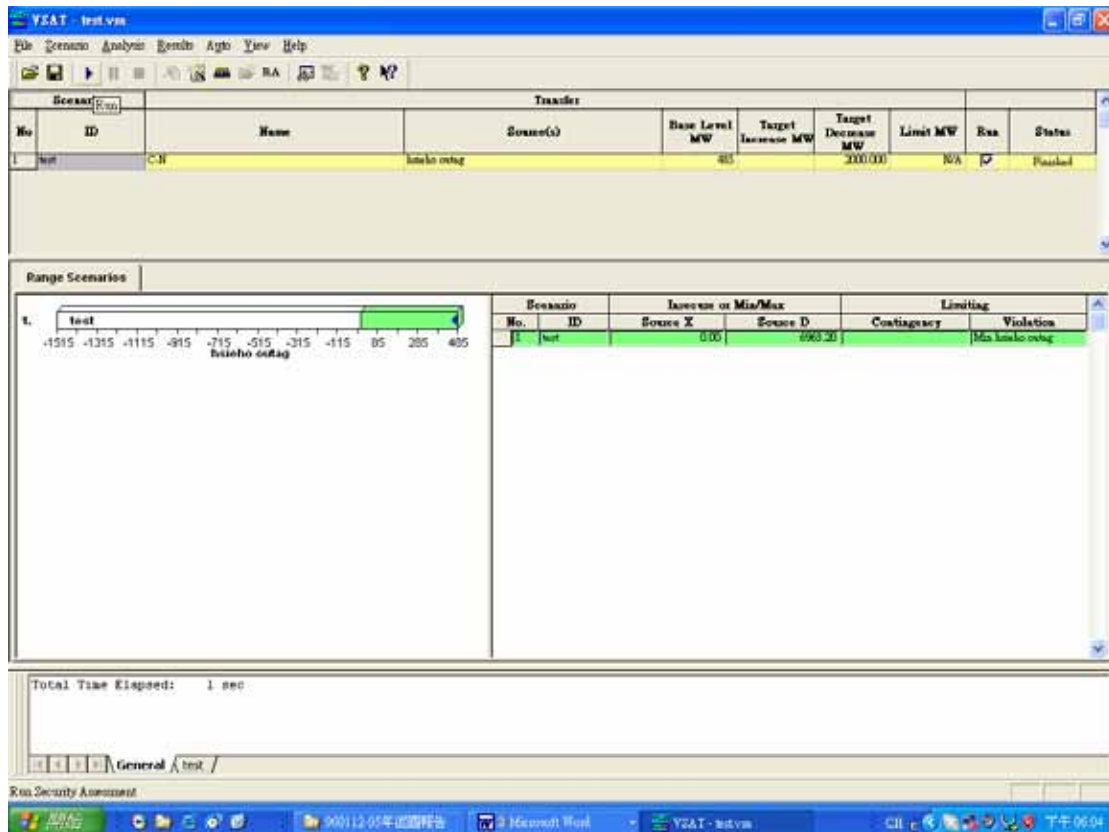
P7 : Monitor 畫面



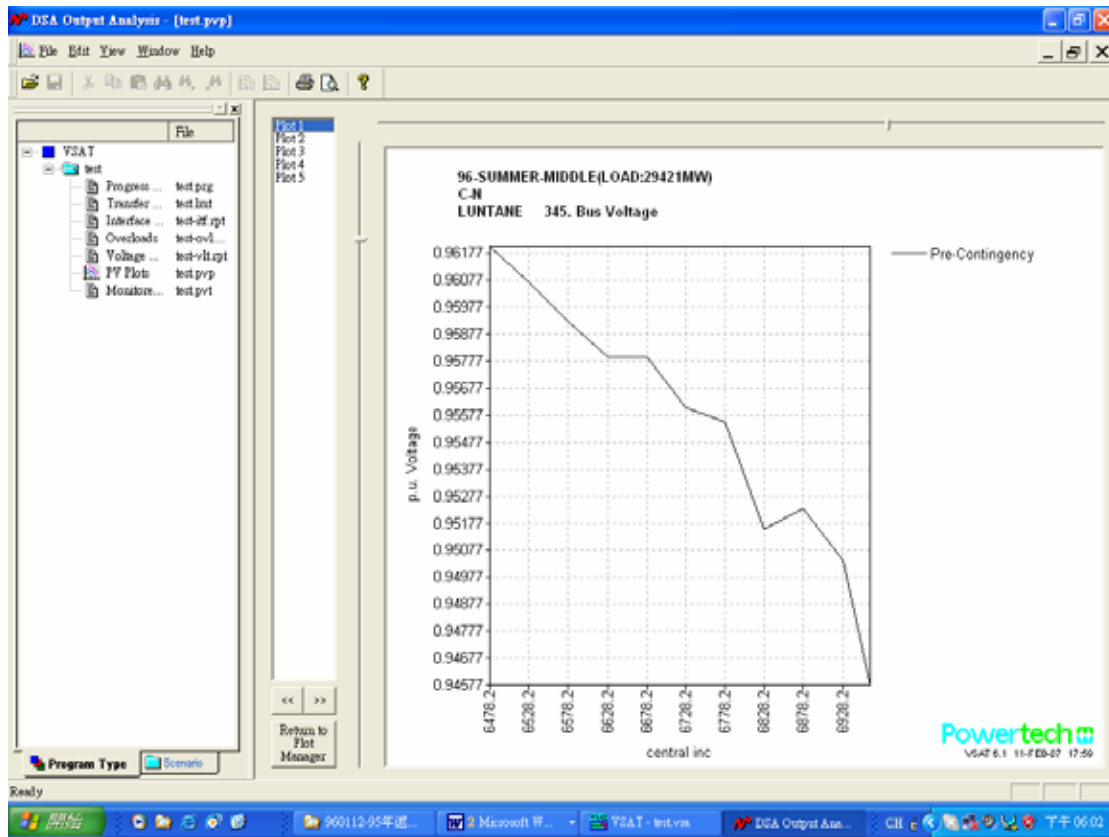
P8 : Interface 畫面



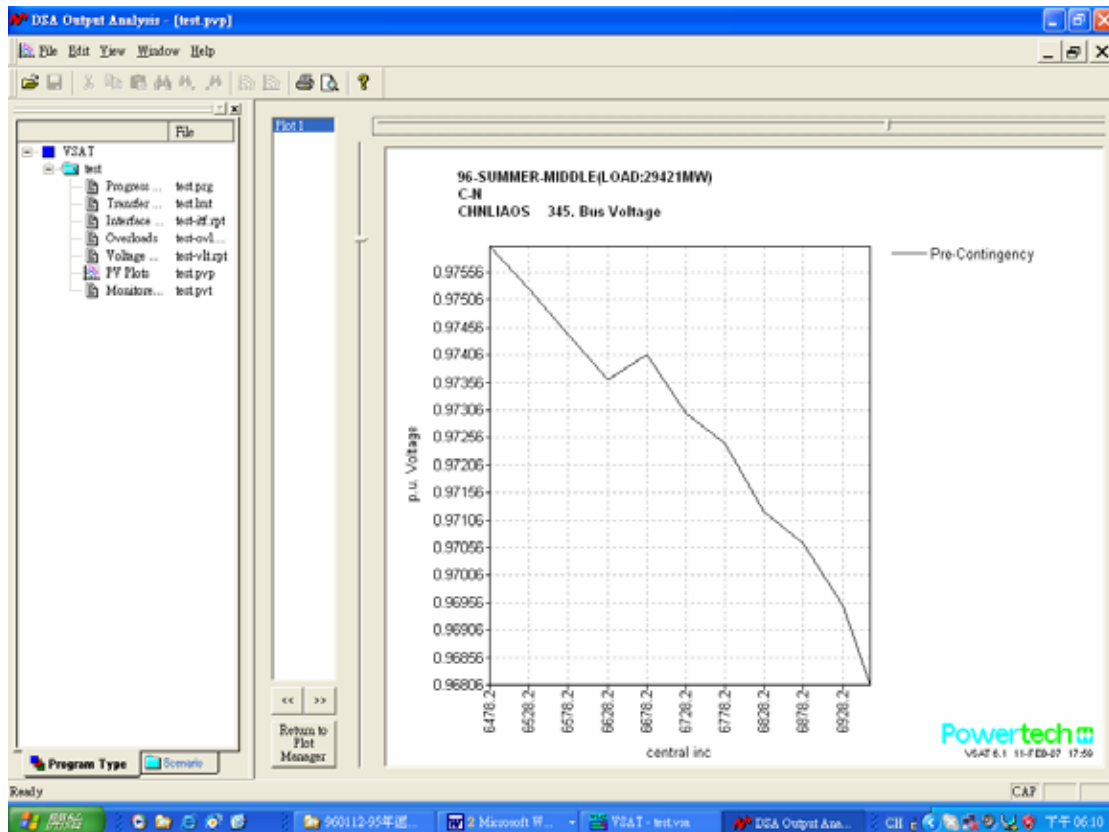
P8 : VSAT 功能下開啟 test.vsa 檔案執行



P9：執行後輸出結果畫面（中送北電力與龍潭北 E/S-345kV 匯流排電壓）



P10：執行後輸出結果畫面（中送北電力與中寮南 345kV 匯流排電壓）



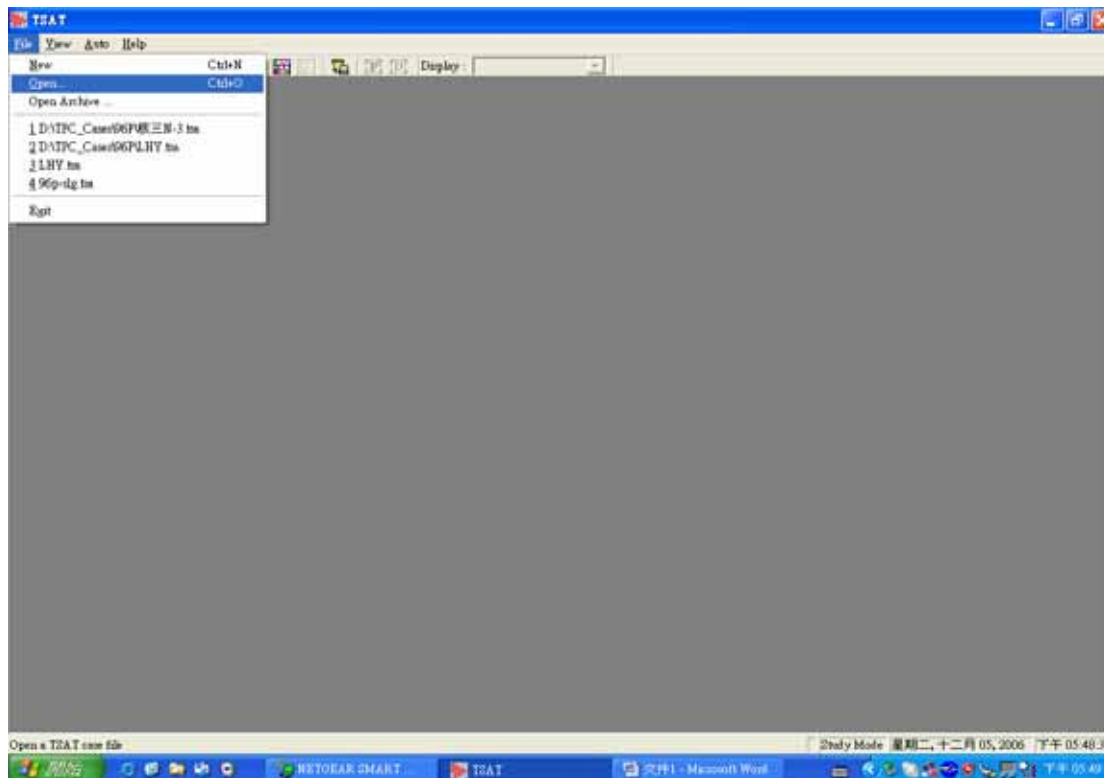
## 5. 核三廠出口線發生 N-3 後需降載能維持穩定

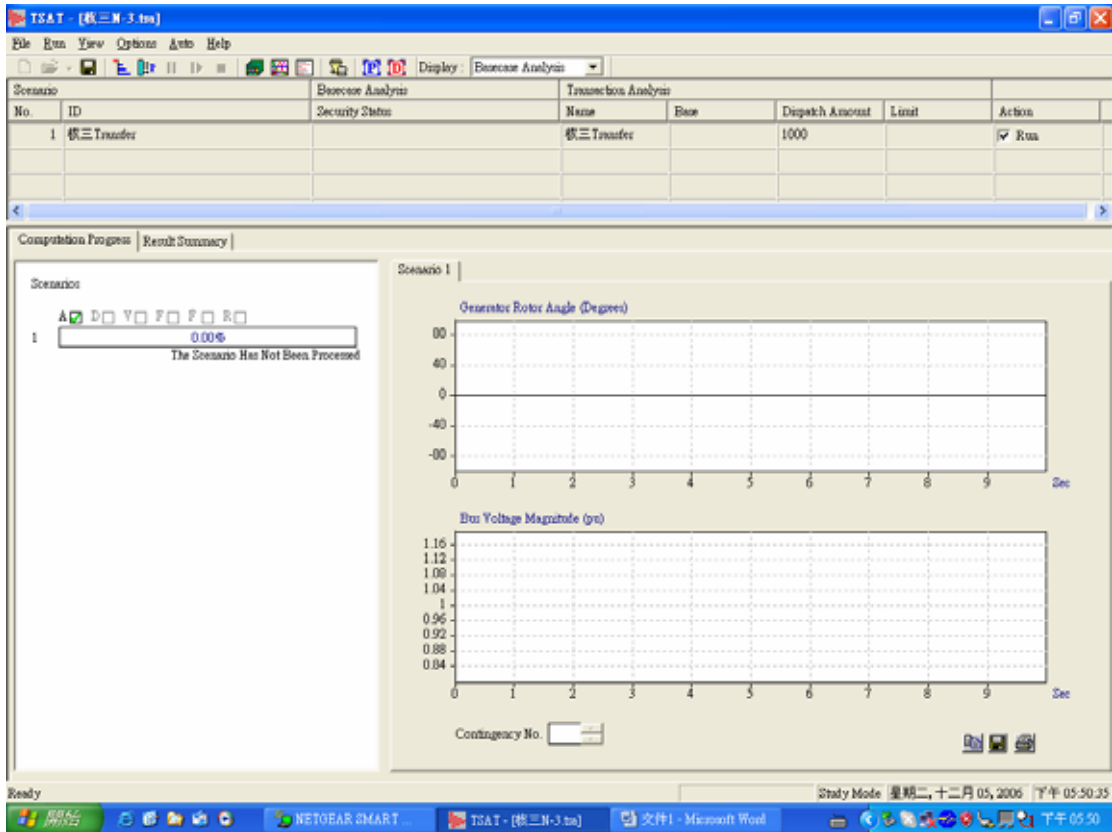
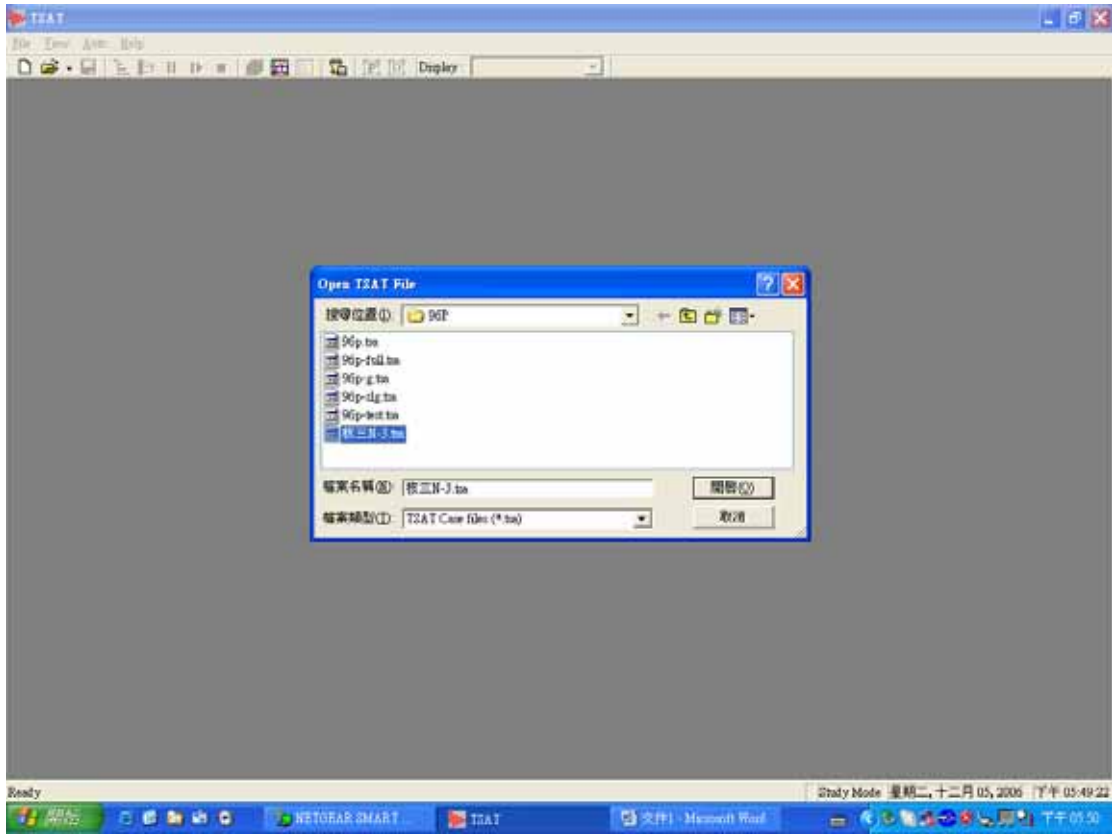
目的：檢討核三出口四回線，發生 N-3 事故時系統是否穩定。

說明：輸入 TSAT Scenario data 中的各項參數，並將所需使用的檔案放入，利用 TSAT 執行下列工作：

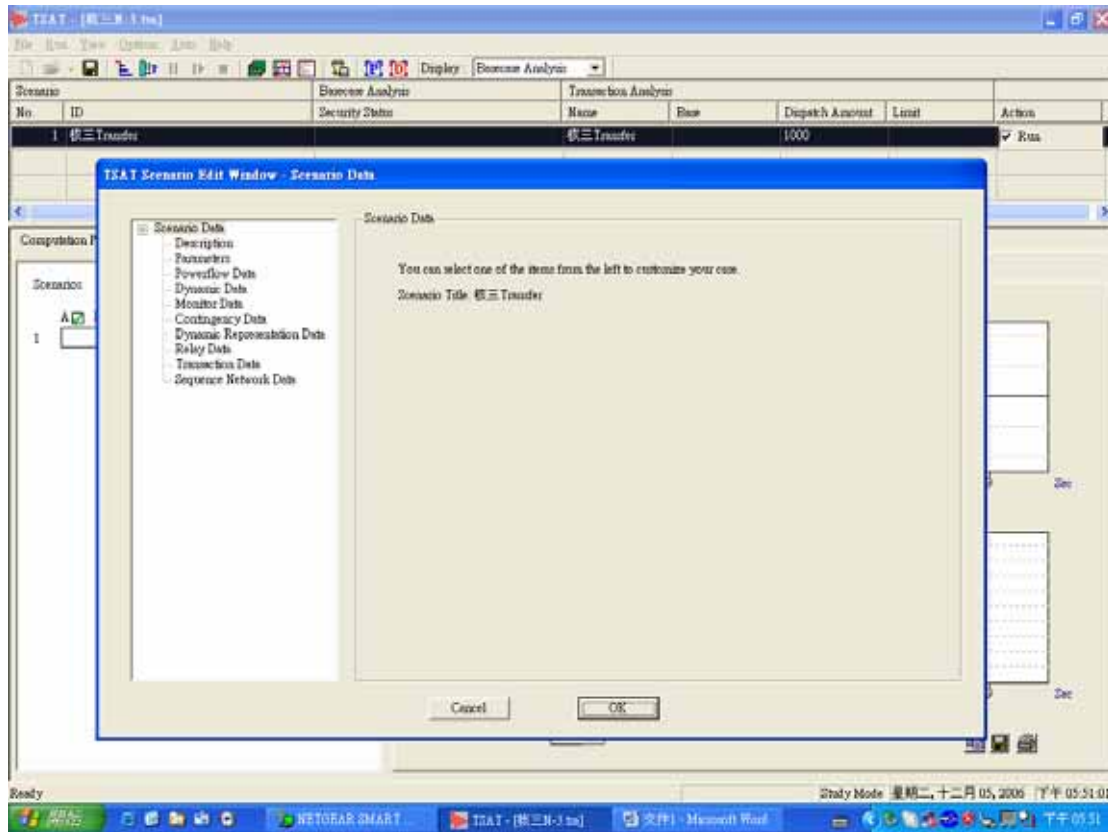
- (10) 核三出口四回線發生 N-3 事故之暫態穩定度分析。
- (11) 若不穩定時，核三需降載多少方能使系統穩定。

P1~P3：打開一個\*.tsa 檔案。

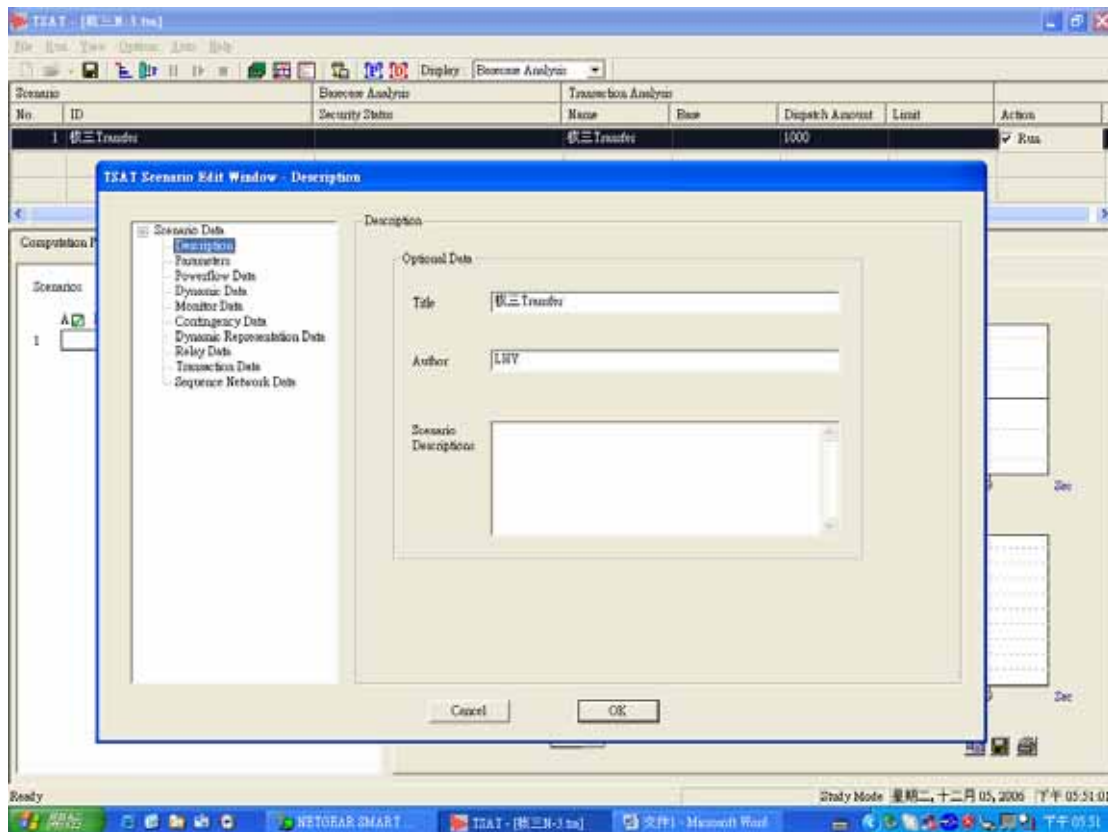




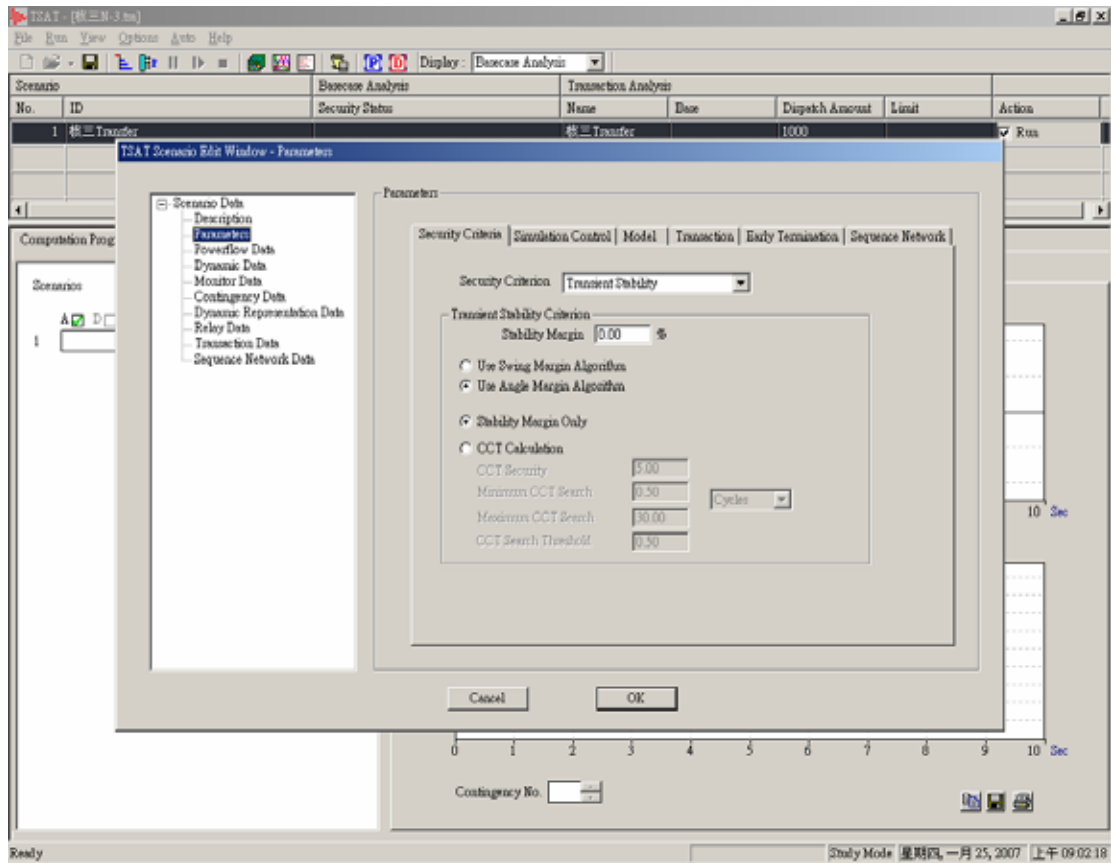
P4：點選所需的 Scenario，出現下方畫面，逐項點選所需資料或輸入所需設定。



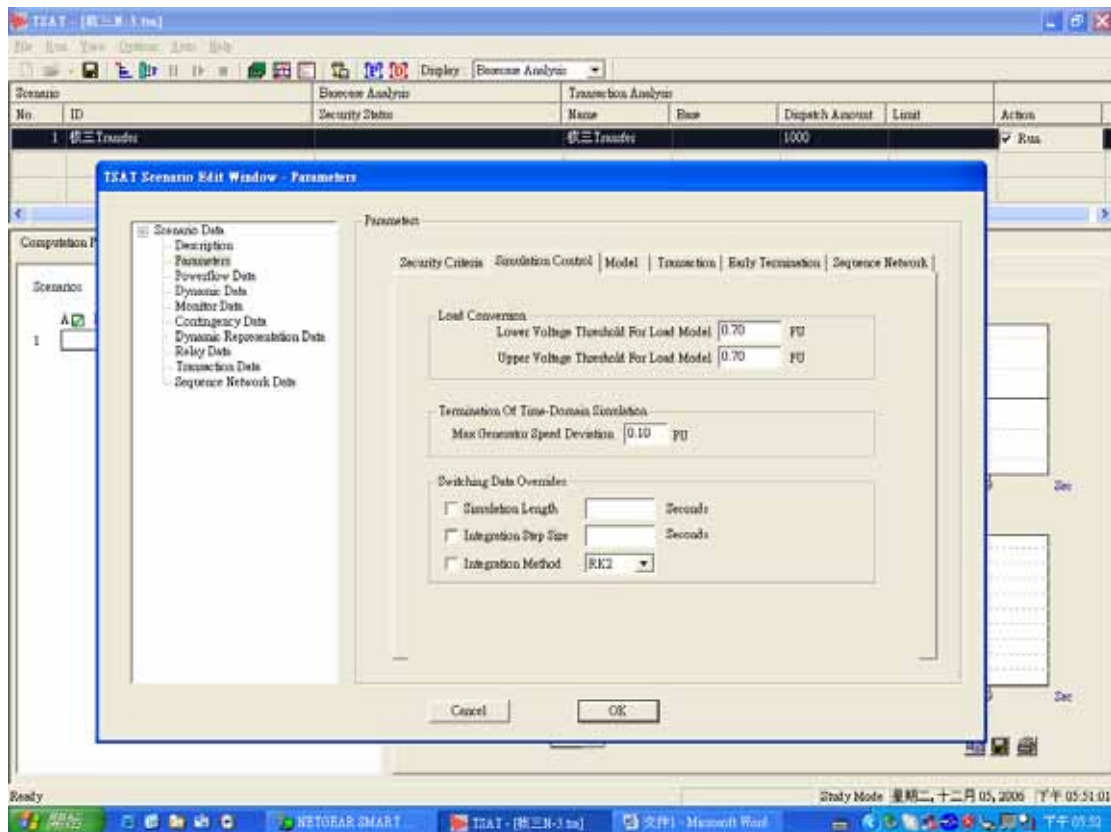
P5：點選 Description



P6：點選 Parameters 的 Security Criteria(設定如下)

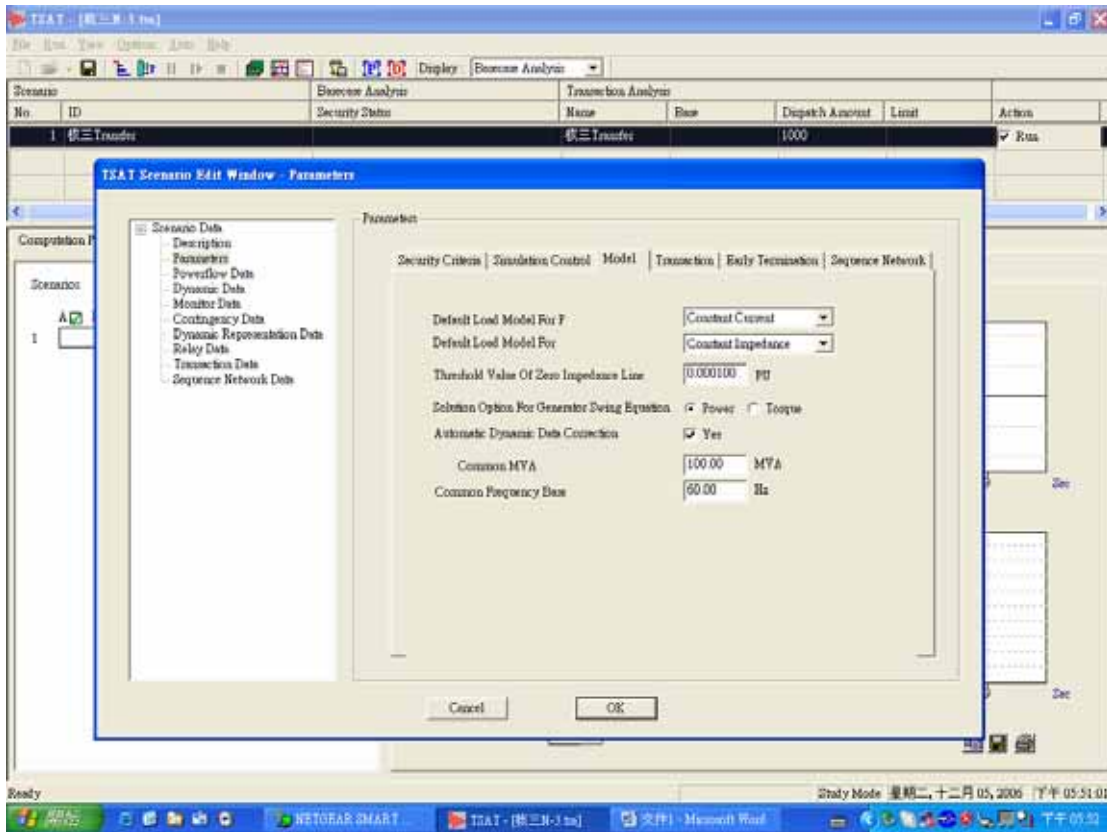


P7：點選 Parameters 的 Simulation Control

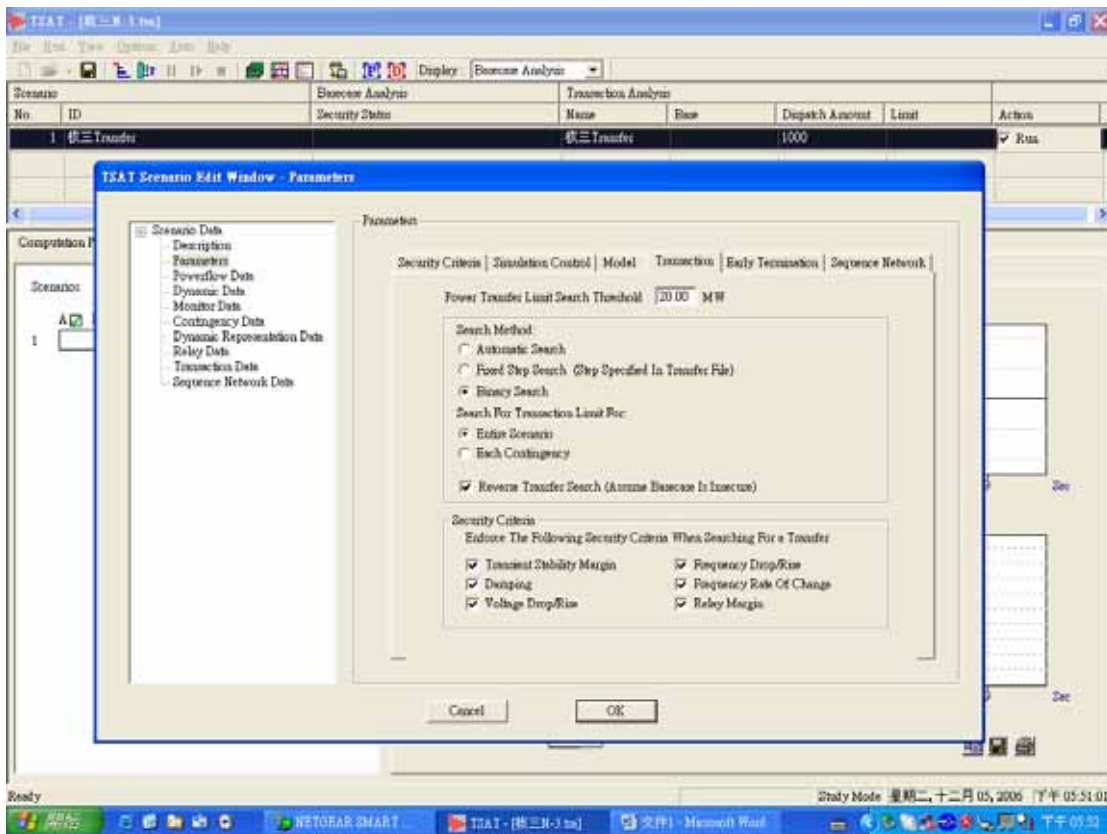




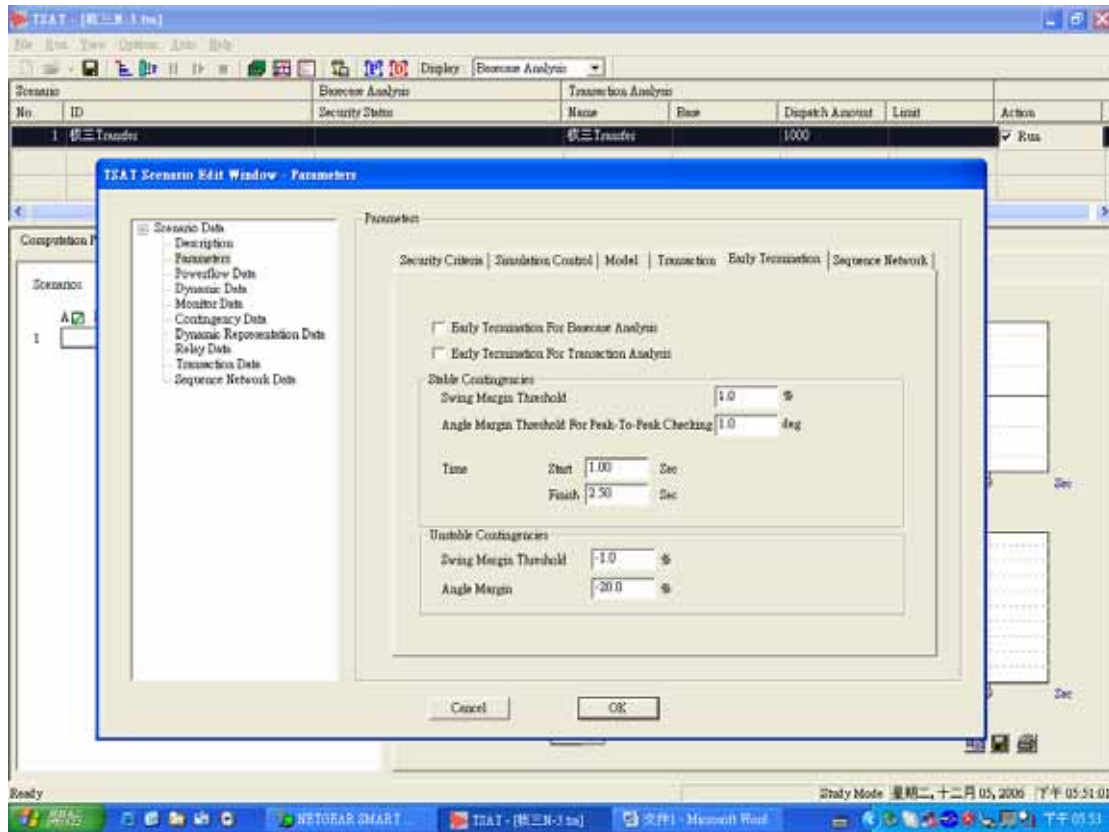
P8：點選 Parameters 的 Model



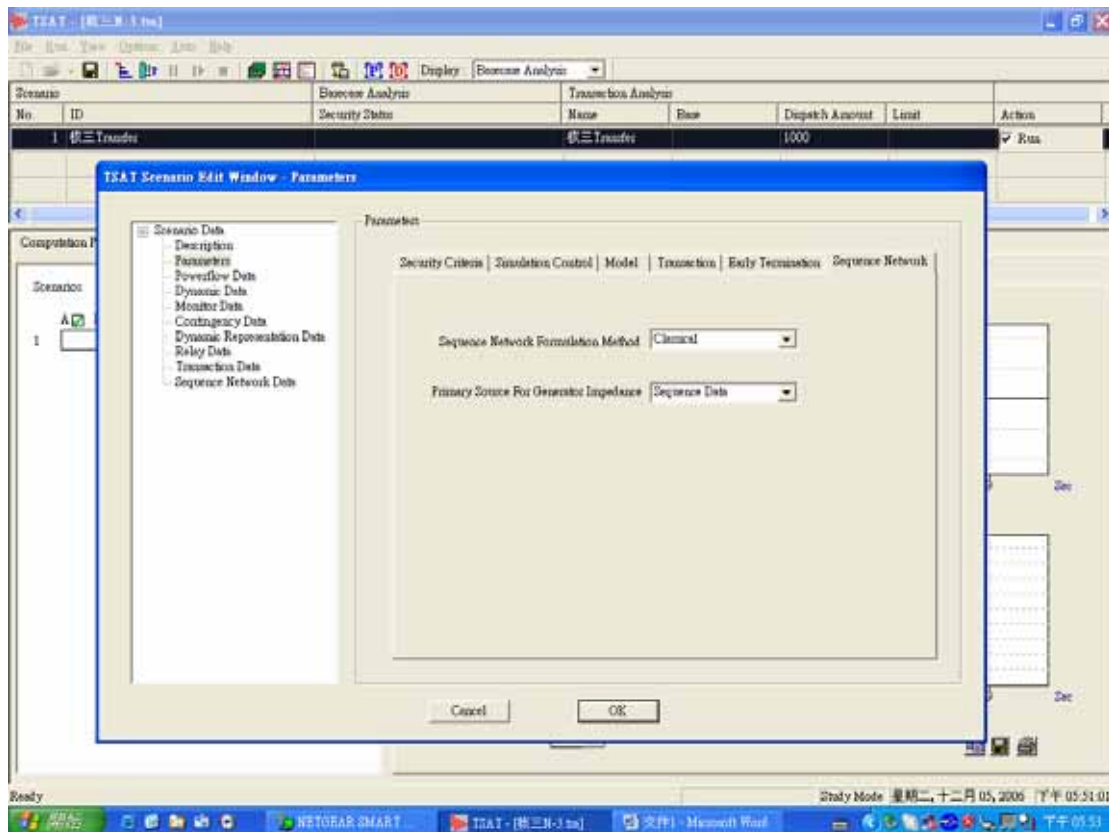
P9：點選 Parameters 的 Transaction



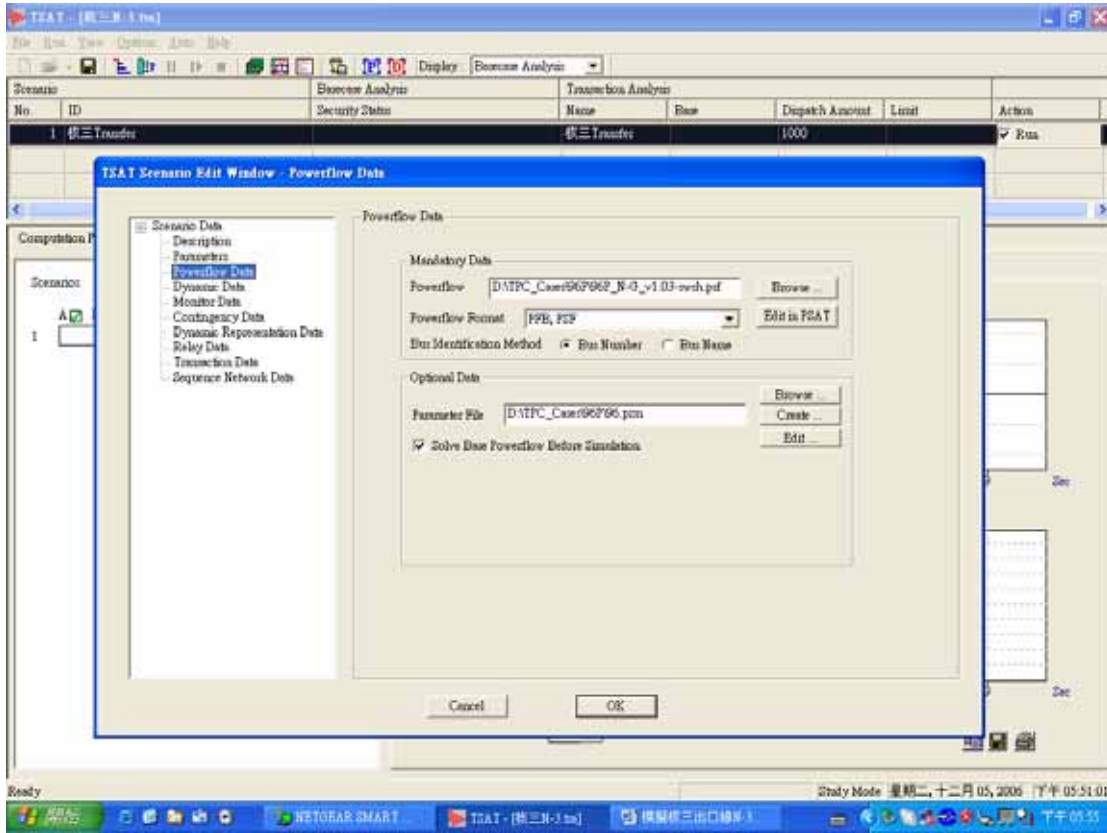
P10：點選 Parameters 的 Early Termination



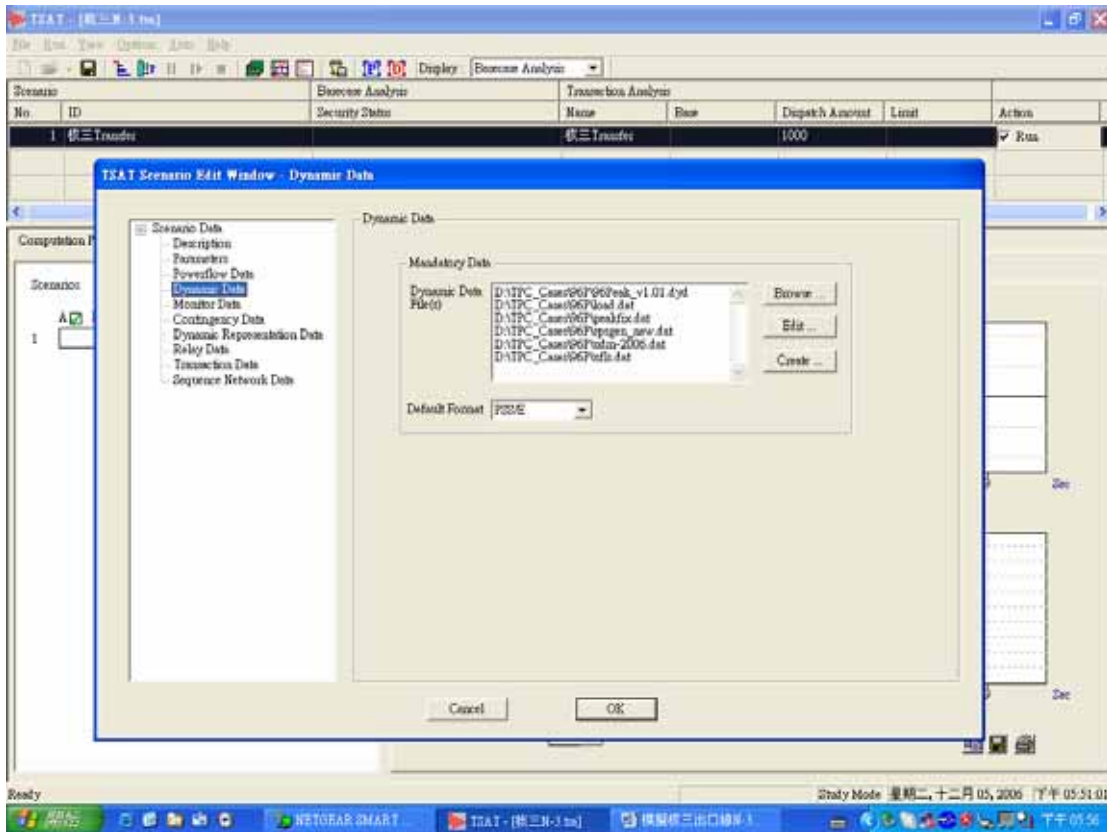
P11：點選 Parameters 的 Sequence Network



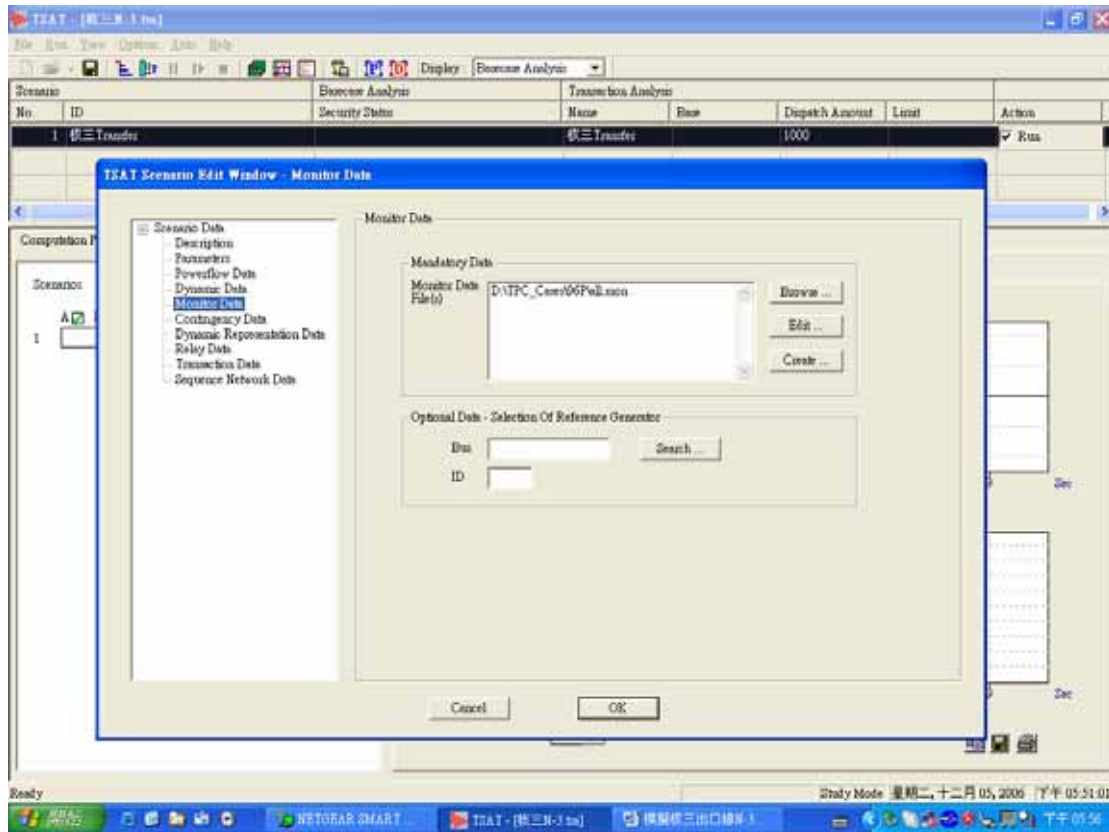
P12：點選 Powerflow Data



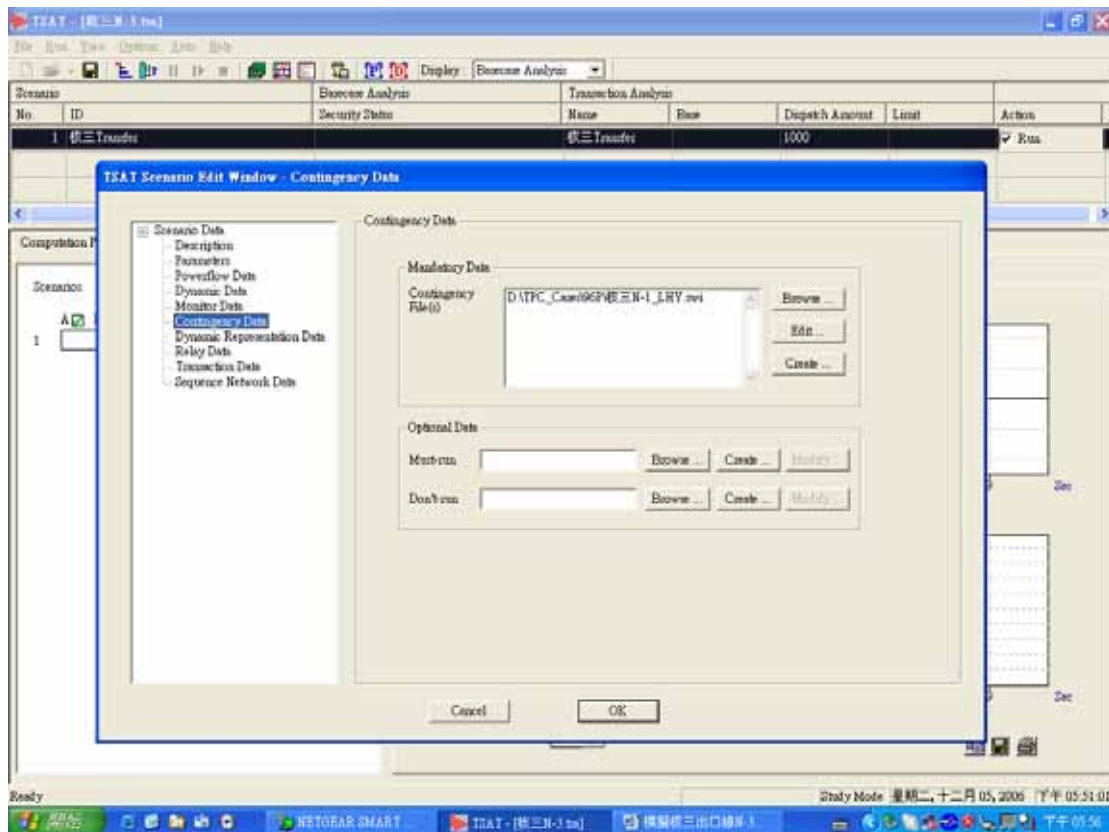
P13：點選 Dynamic Data(96Peak\_v1.02.dyd 一定要放最上面，其他次序不拘)



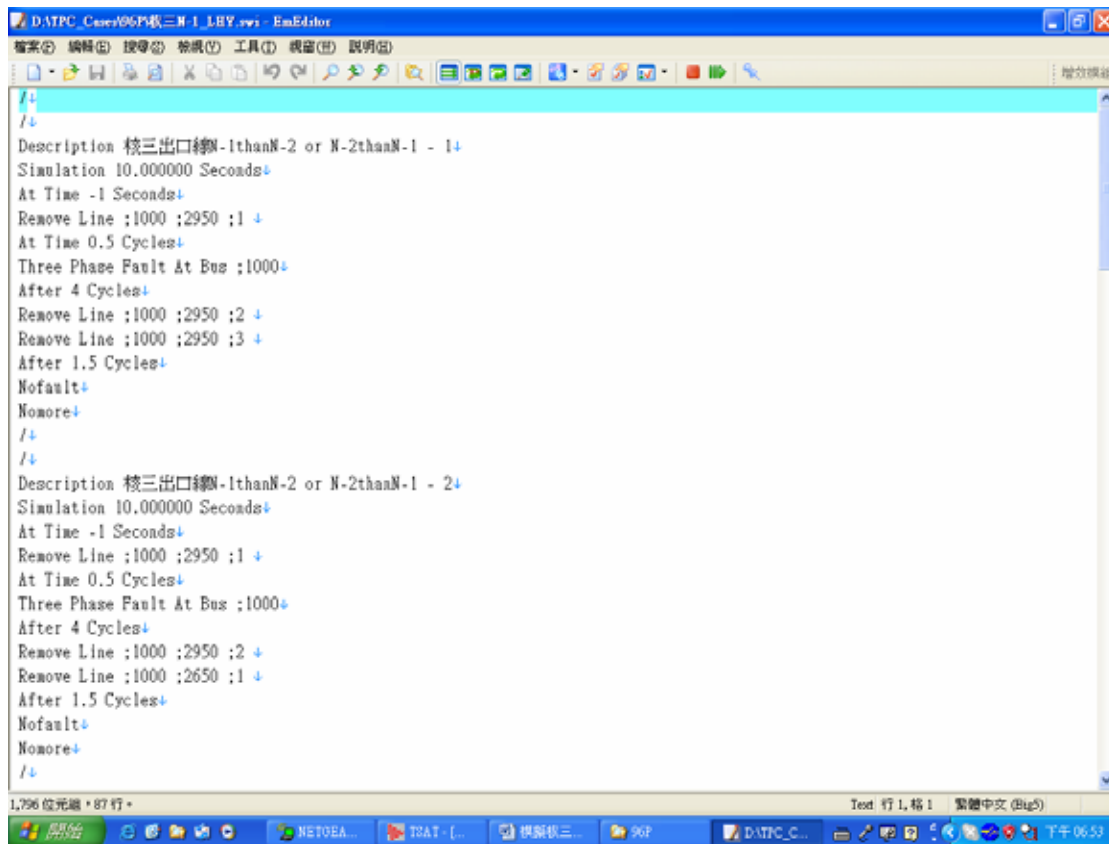
P14：點選 Monitor Data



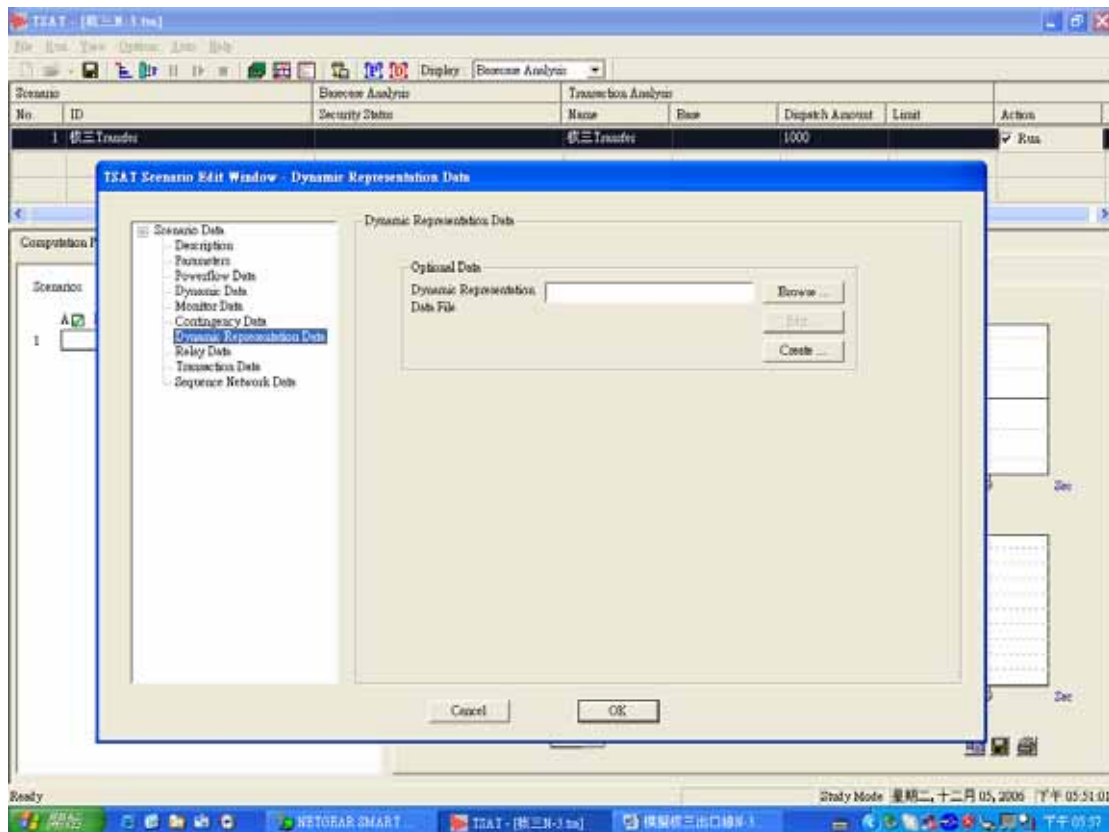
P15：點選 Contingency Data



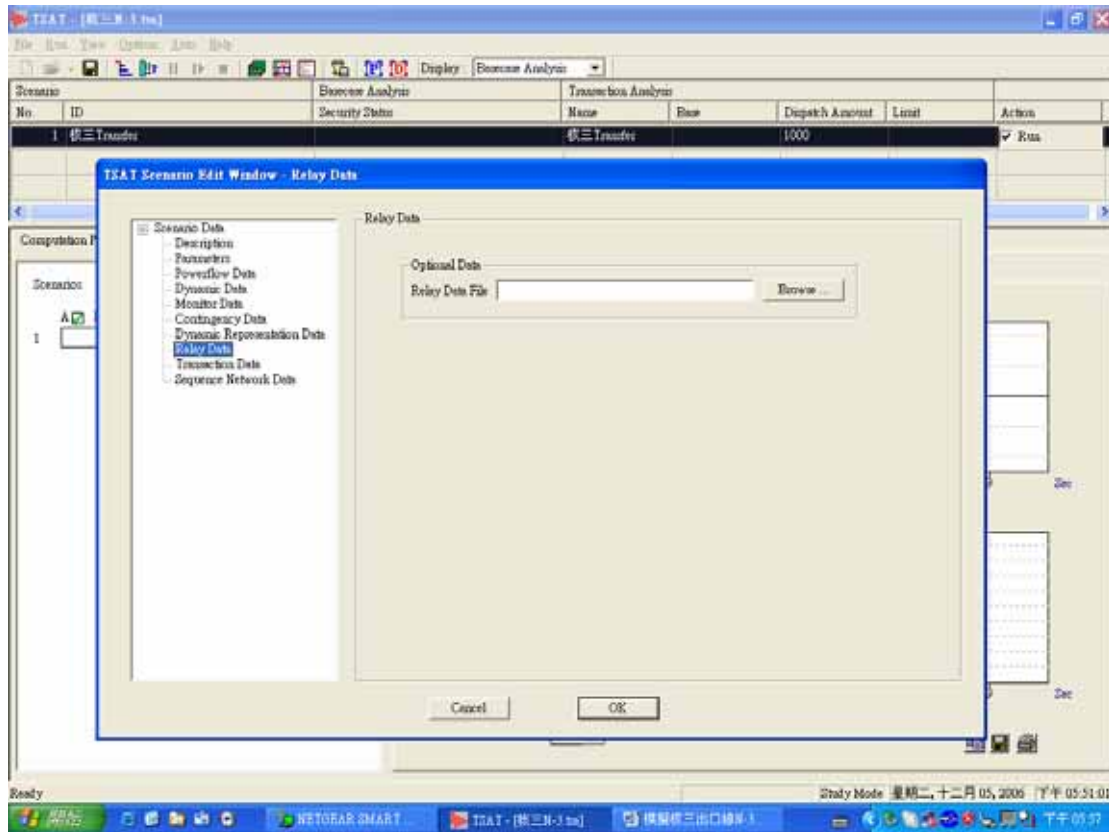
P16: Contingency Data的 text file 格式



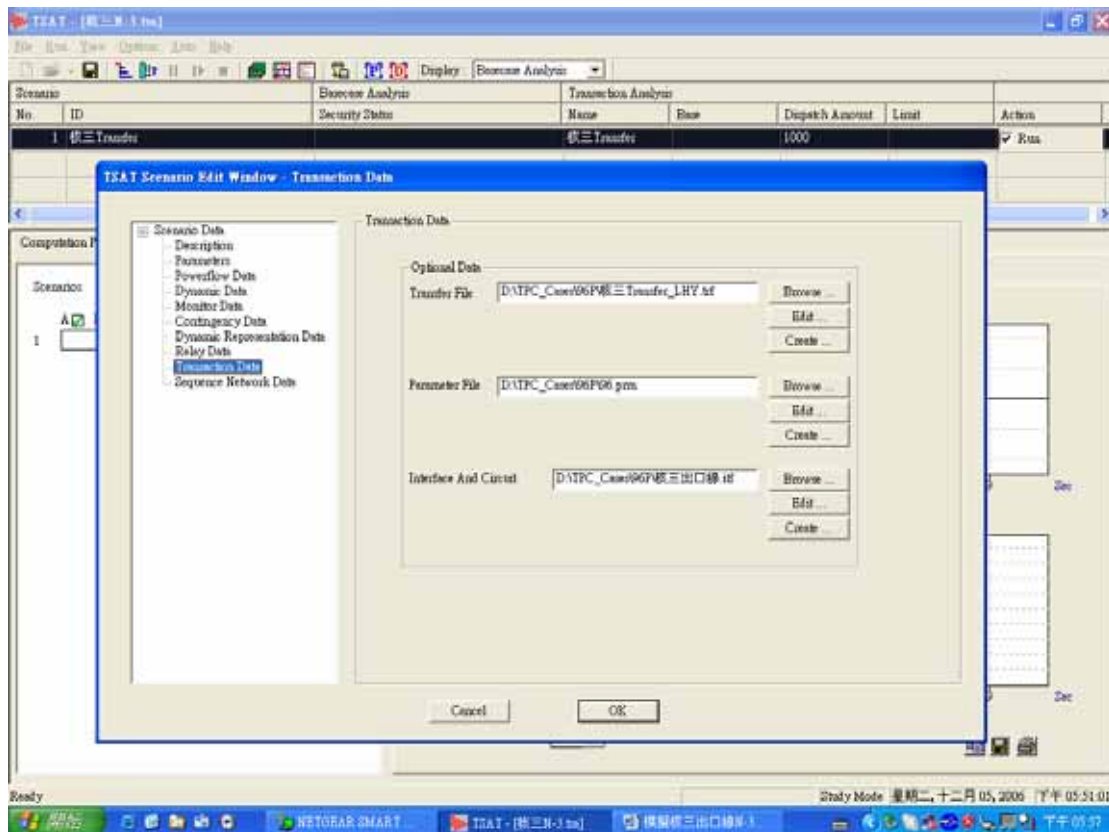
P17: 點選 Dynamic RePresentation Data(內容可以空)



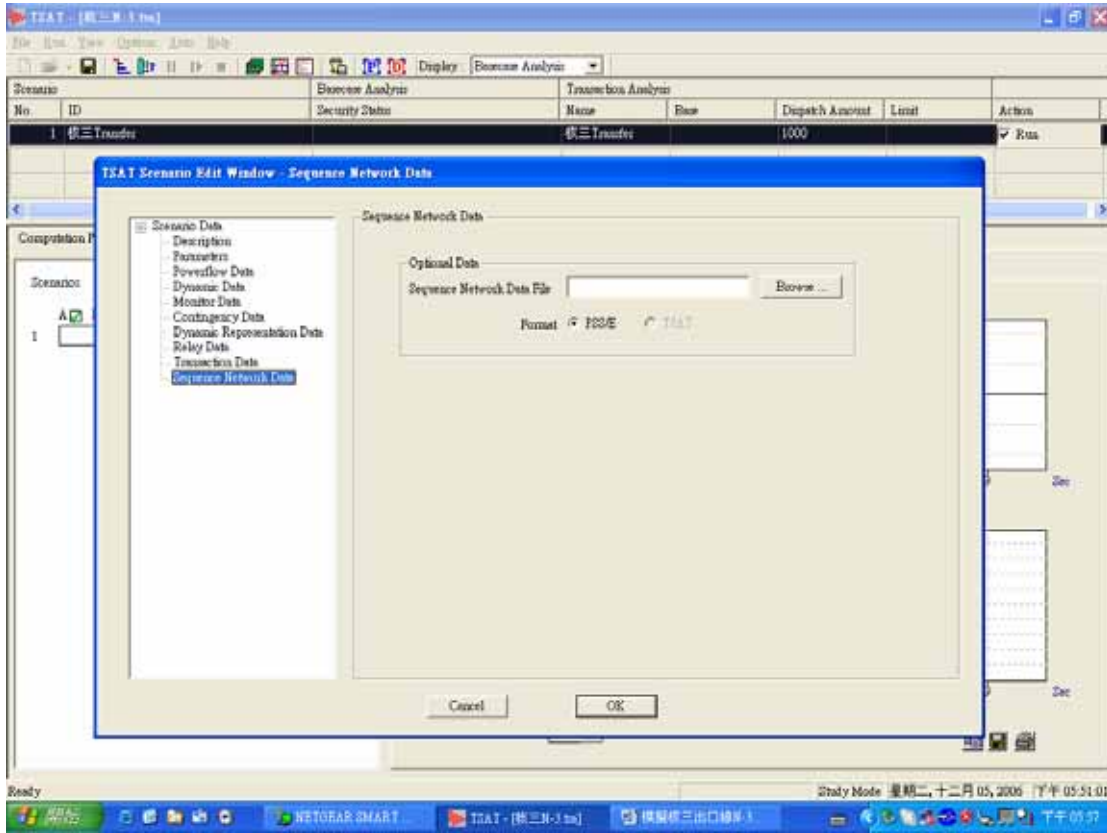
P18：點選 Relay Data(內容可以空)



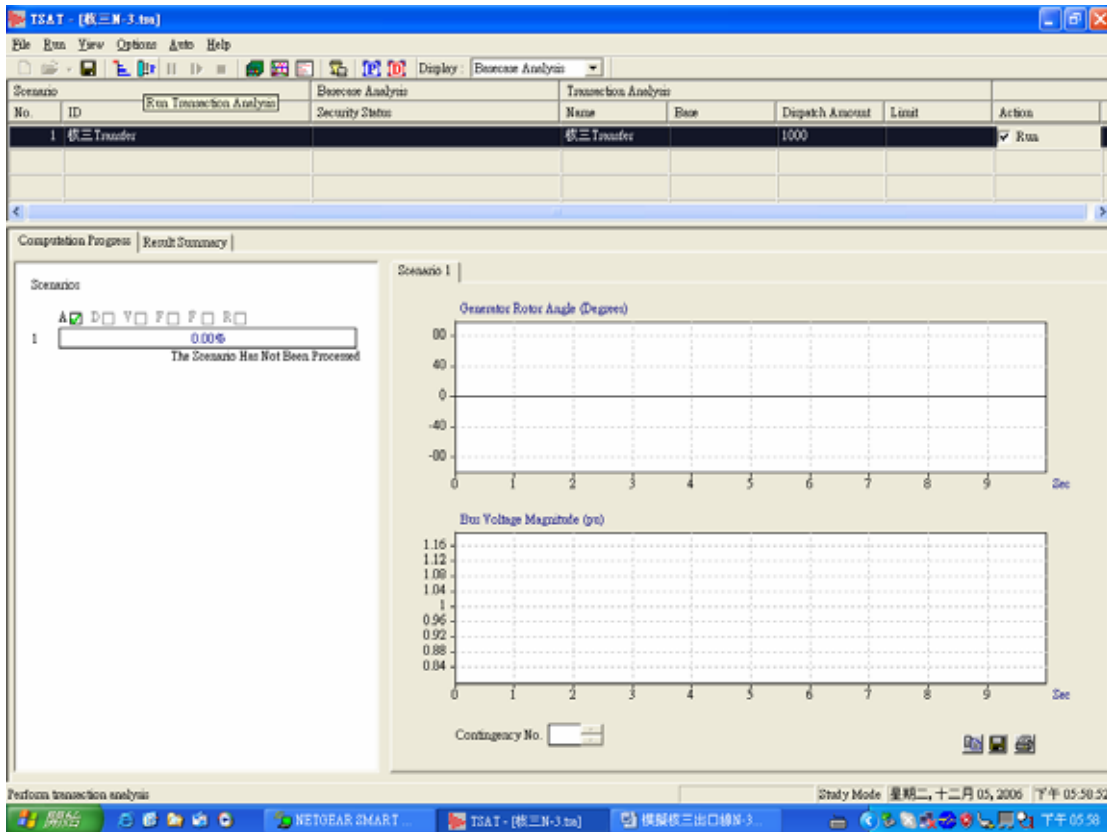
P19：點選 Transaction Data



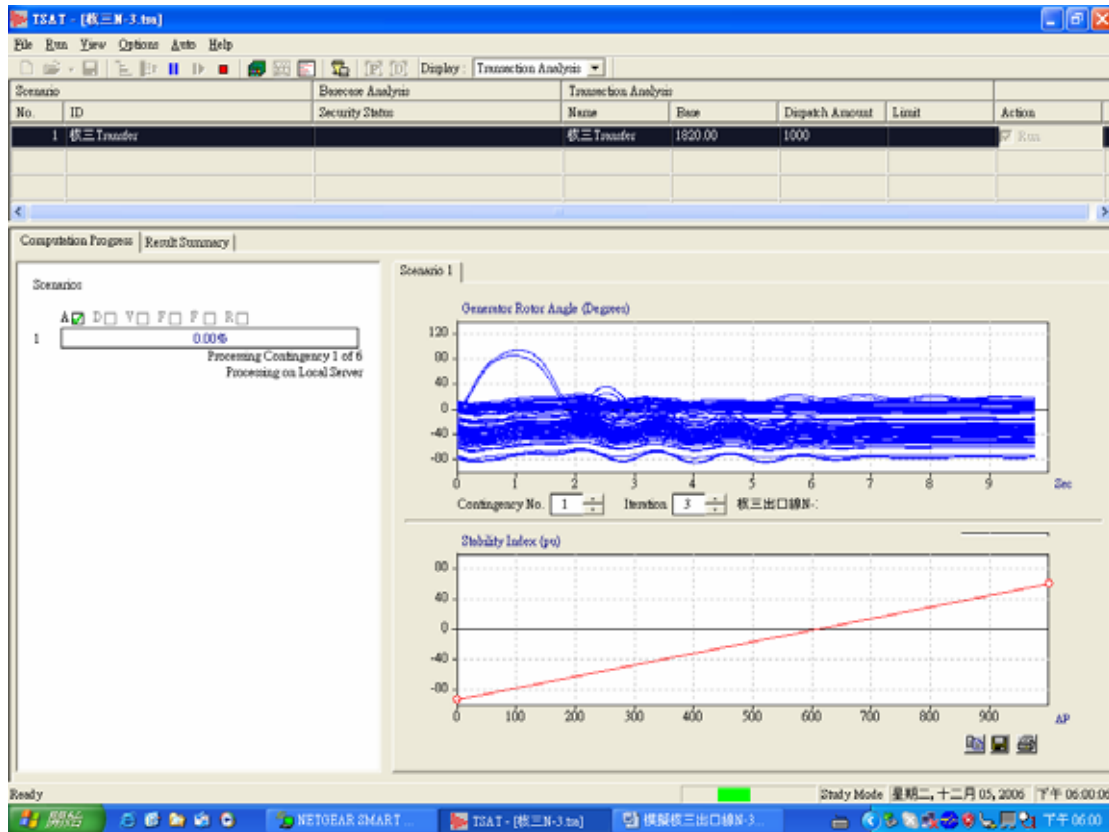
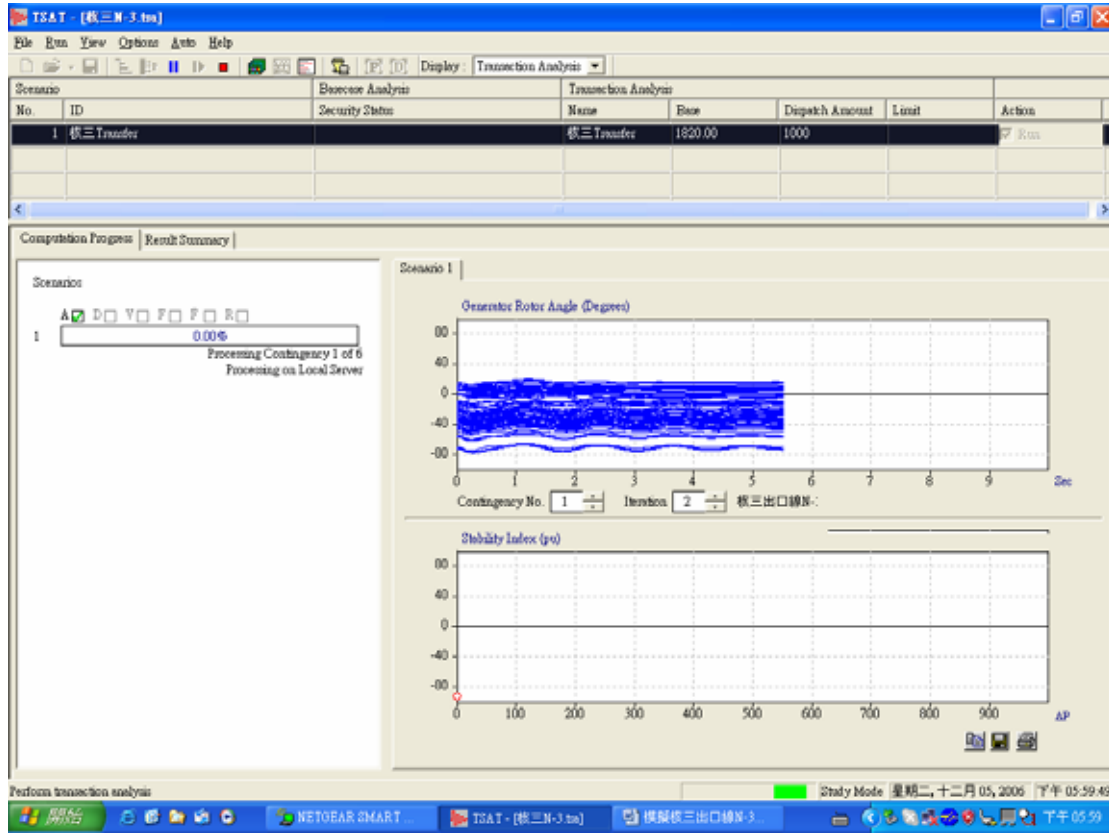
P20：點選 Sequence Network Data(內容可以空)



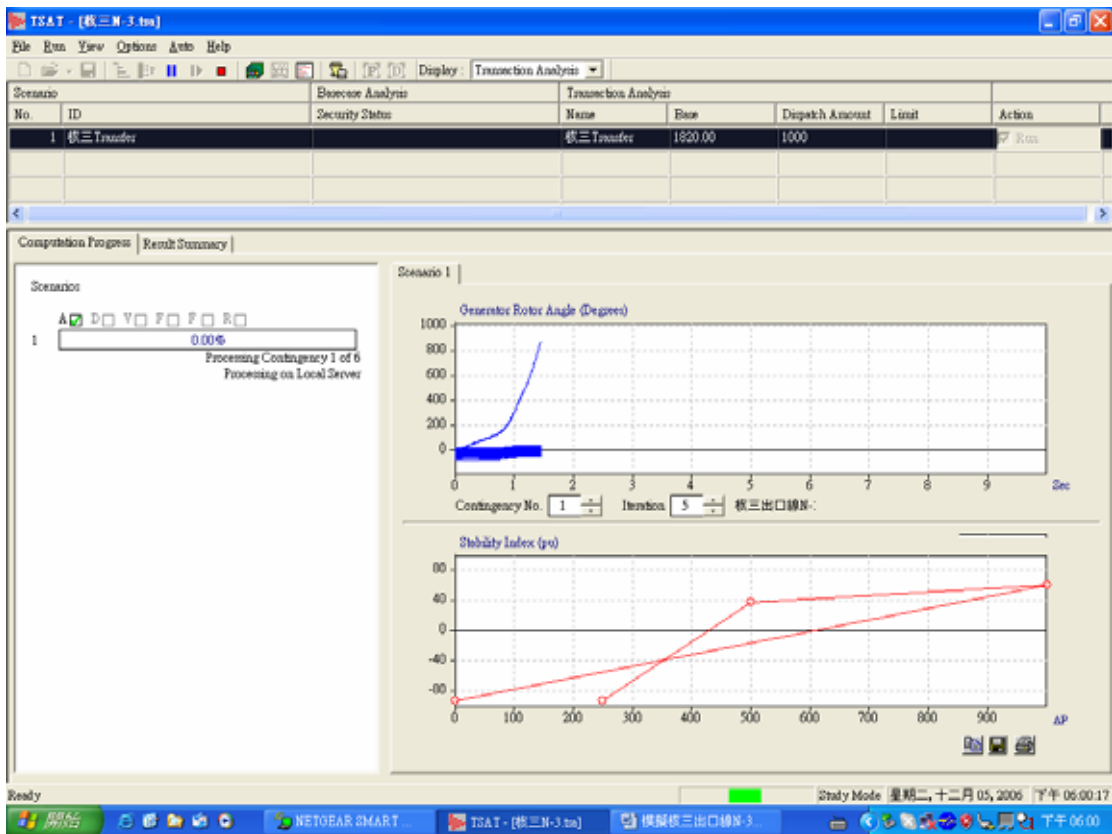
P21：Run Transaction Analysis



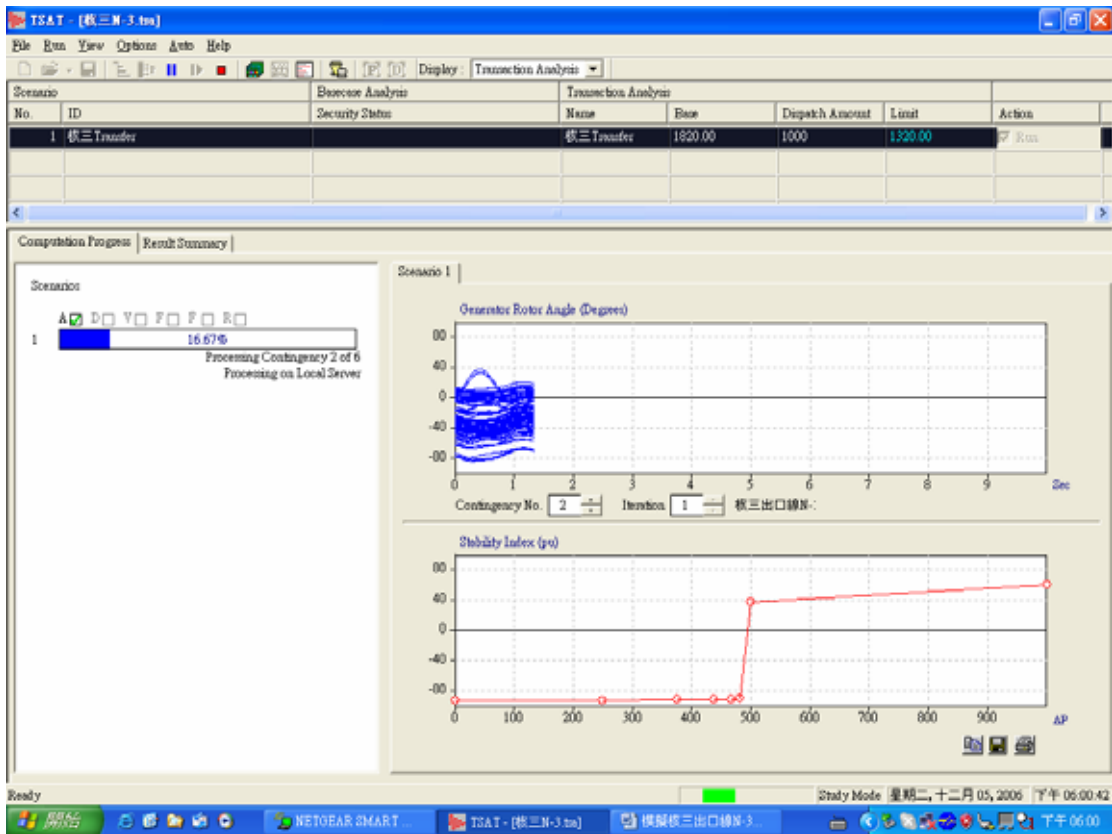
P22~P24 : Contingency 1



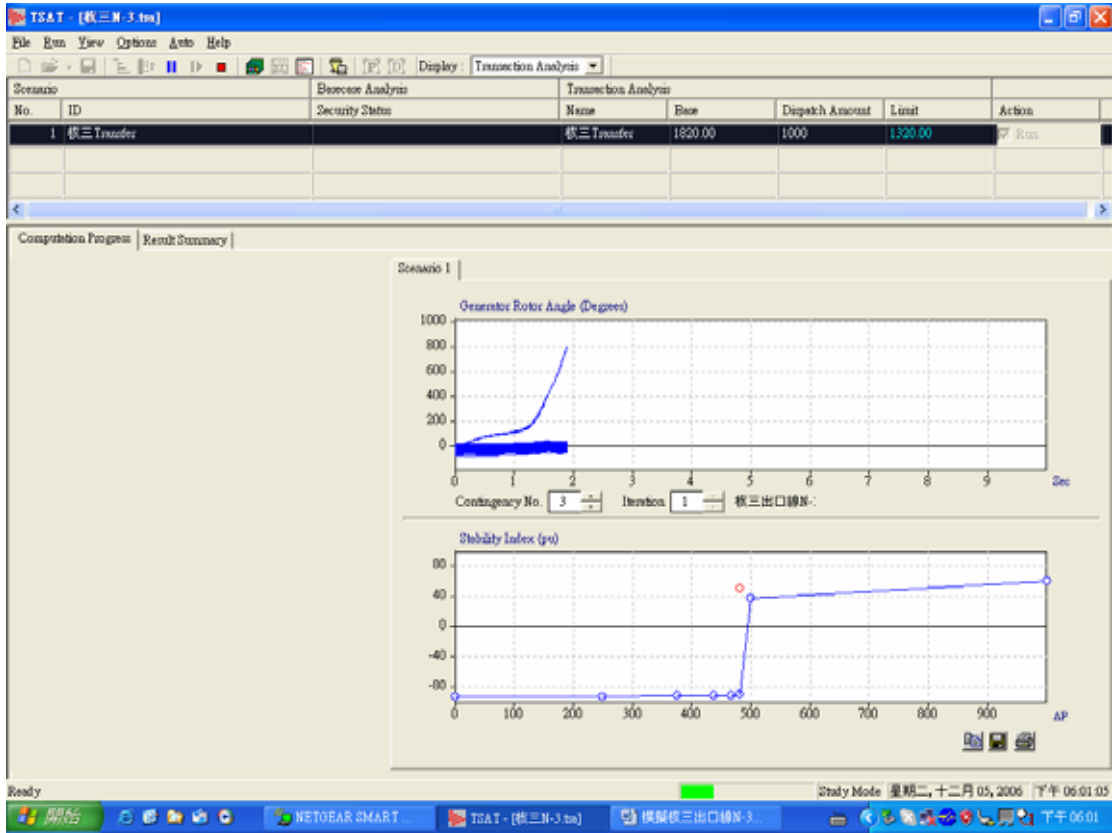




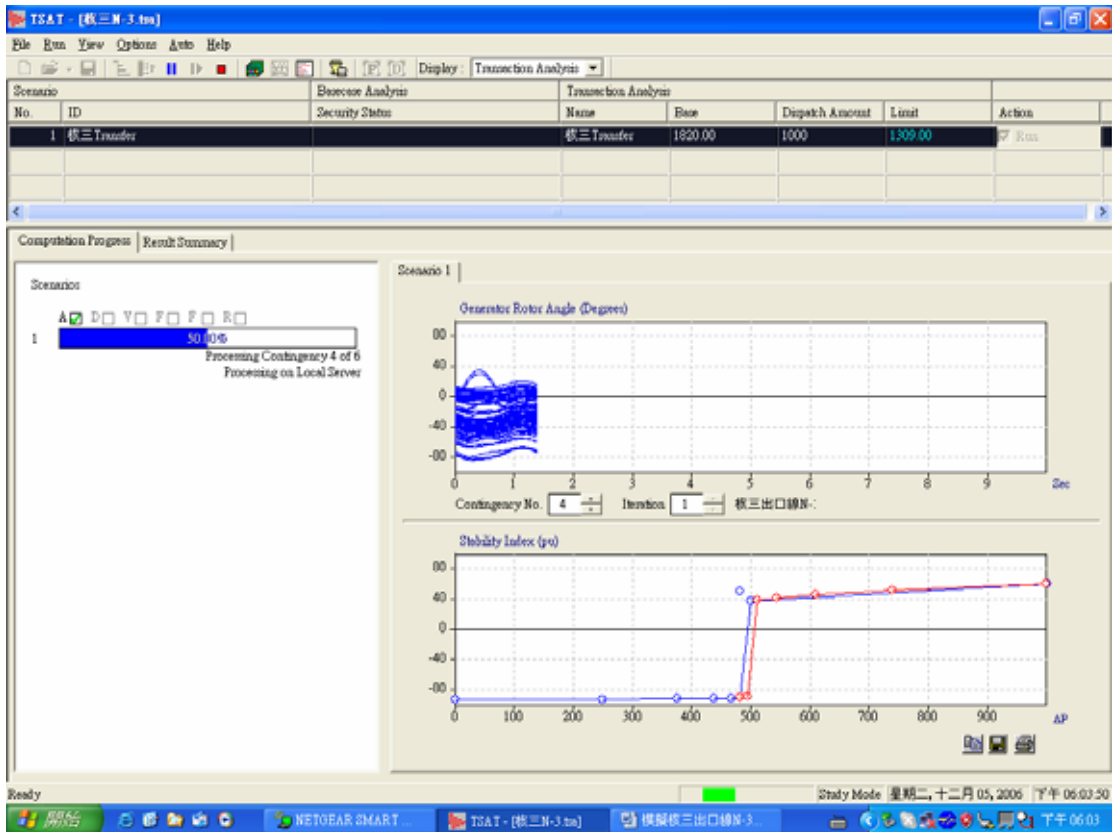
P25 : Contingency 2



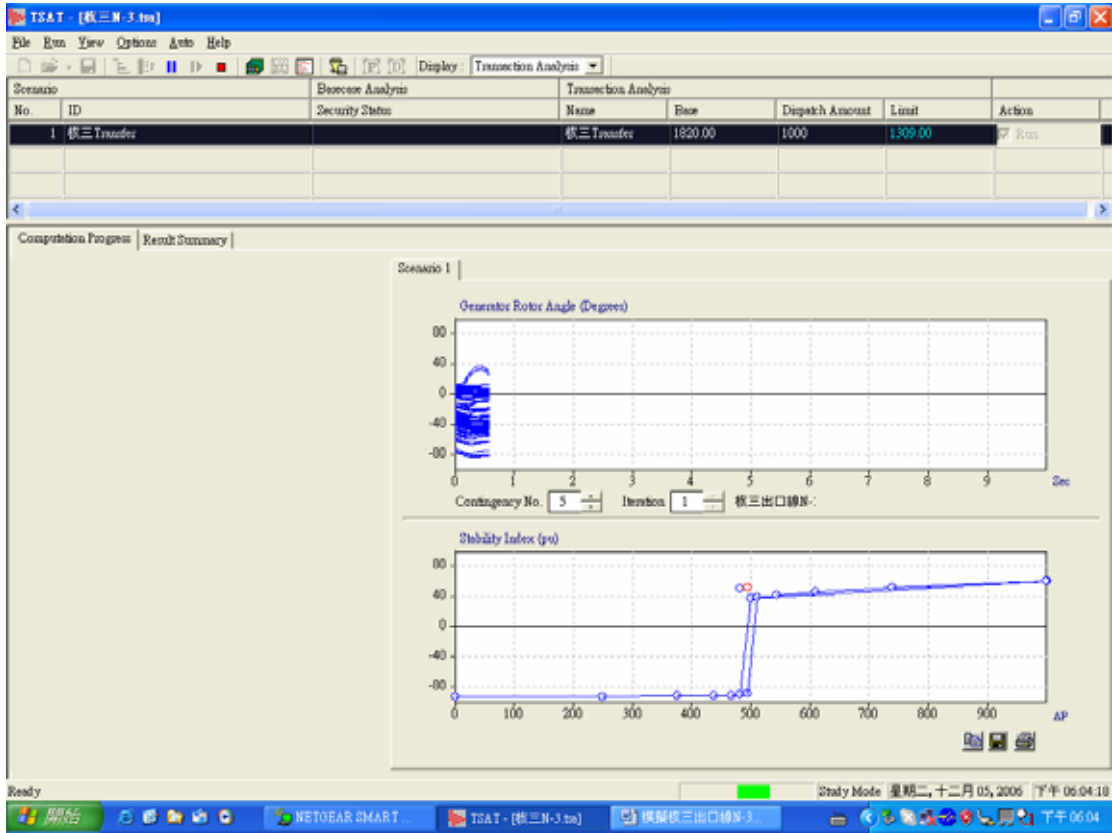
P26 : Contingency 3



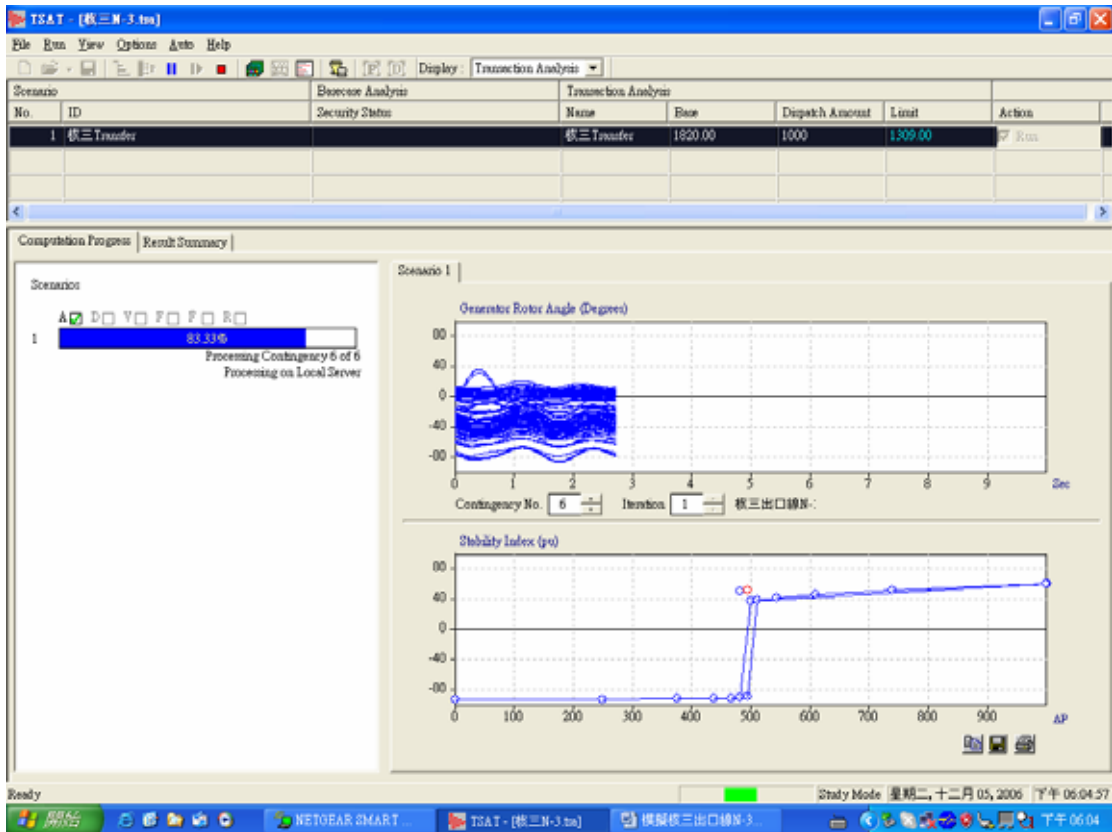
P27 : Contingency 4



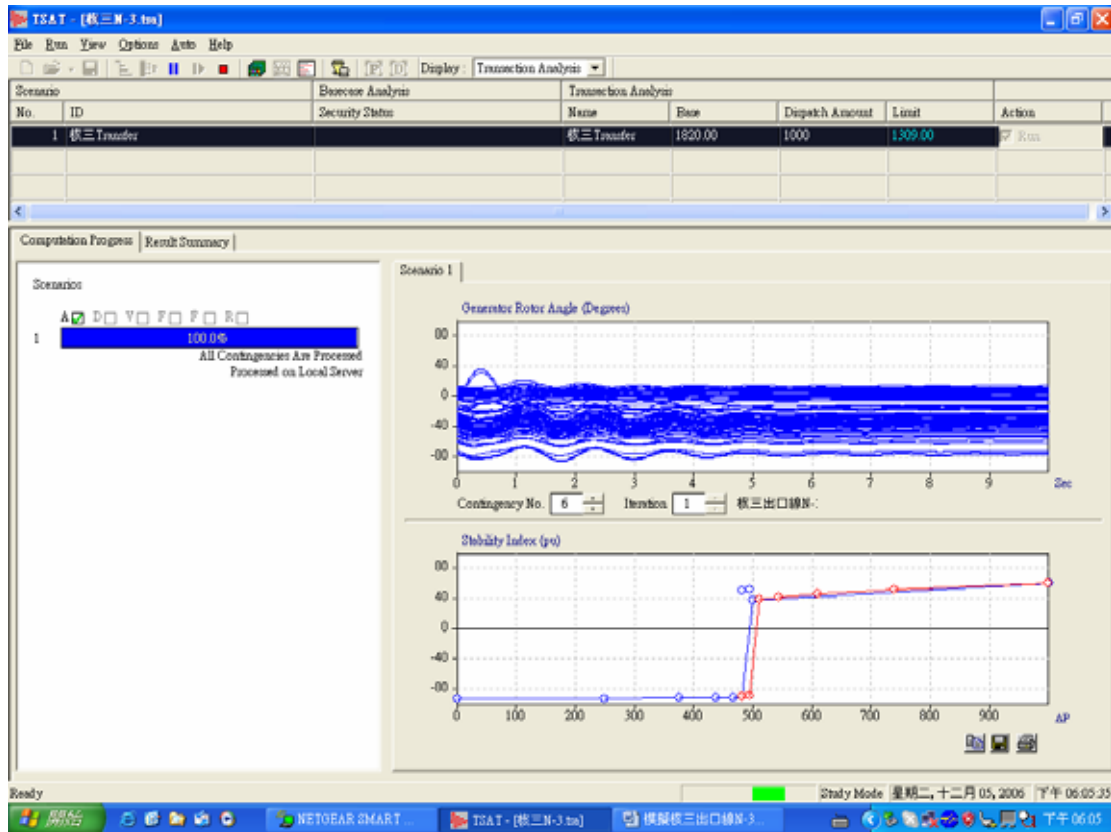
P28 : Contingency 5



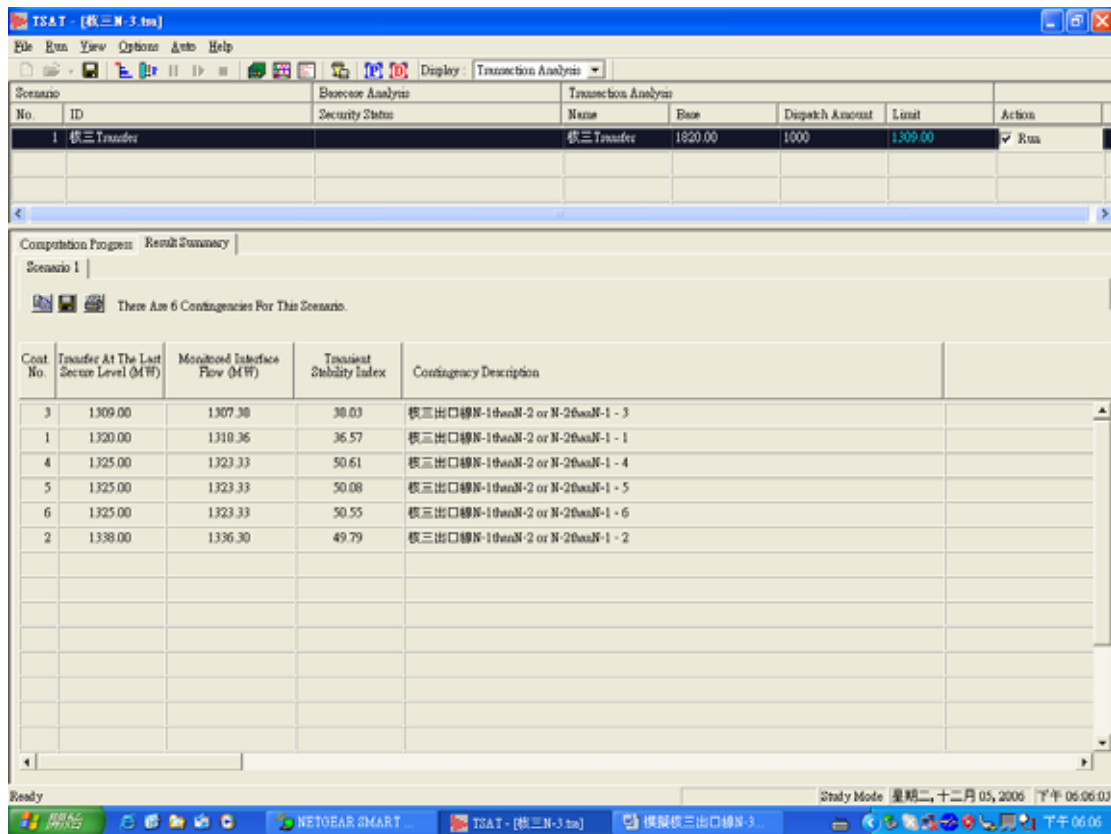
P29 : Contingency 6



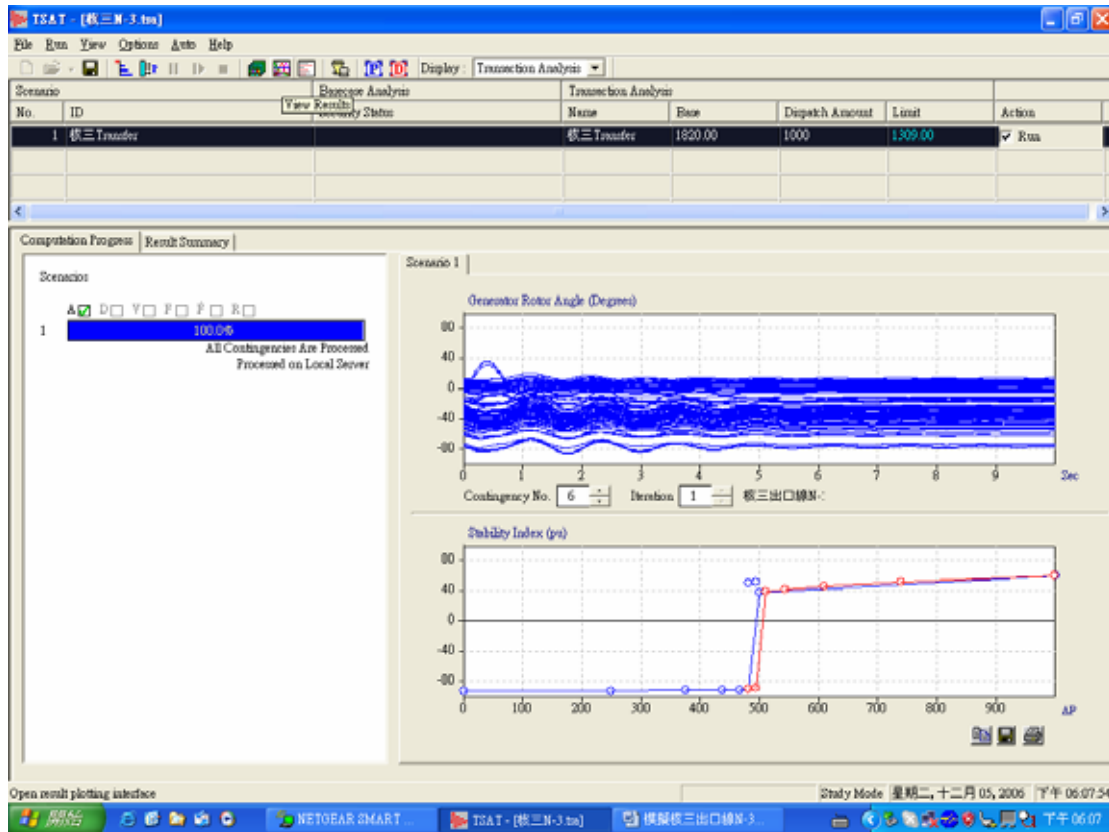
P30: Transaction Analysis 執行完畢



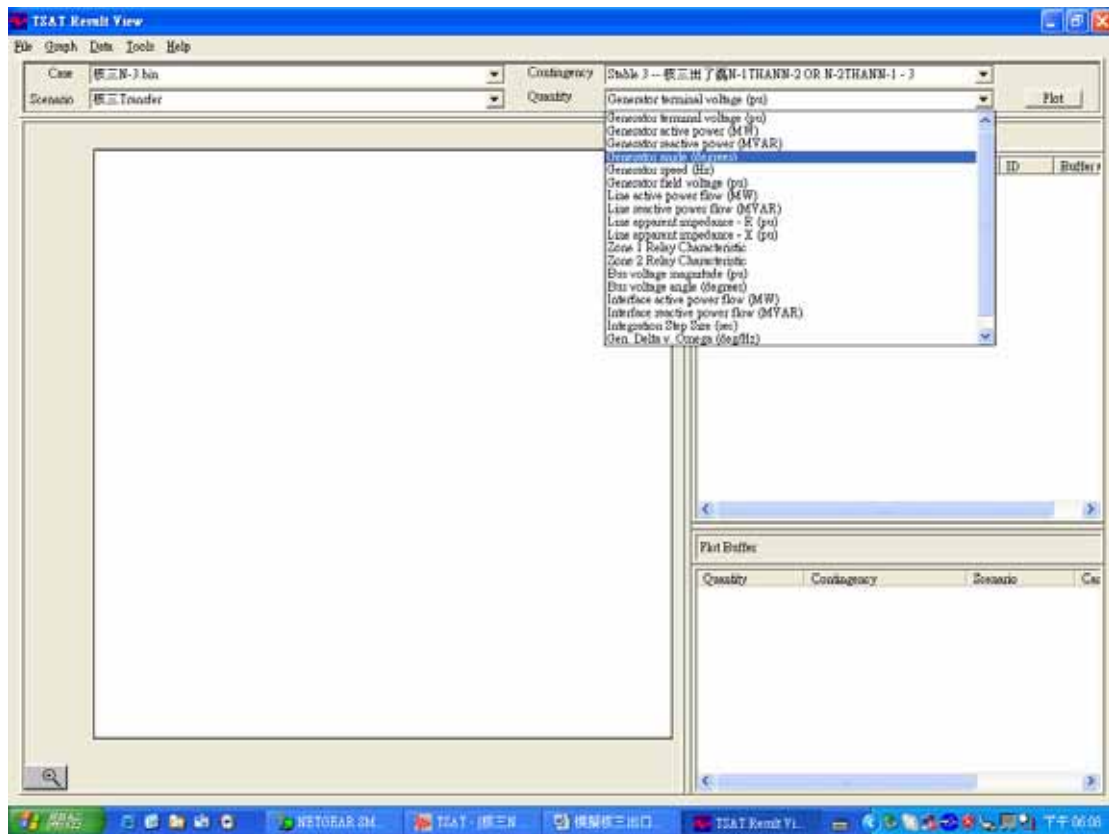
P31: 點選 Result Summary 結果查看



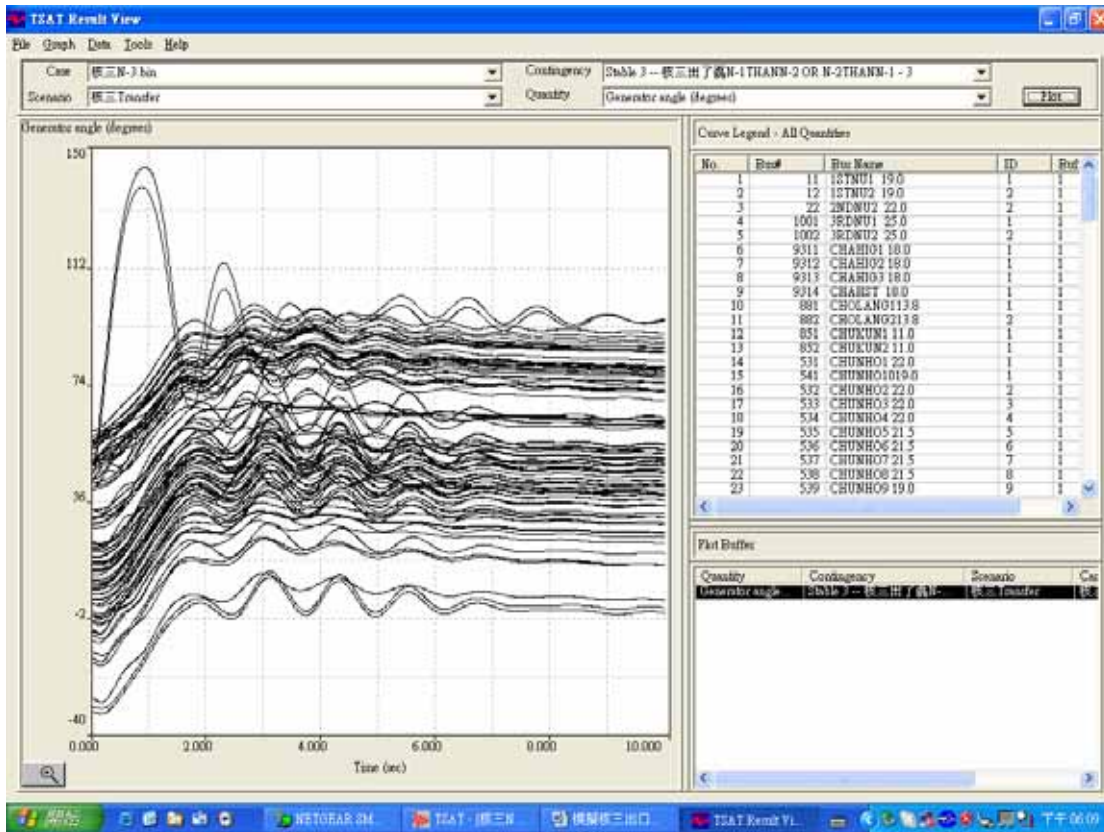
P32：點選 View Result 看圖形



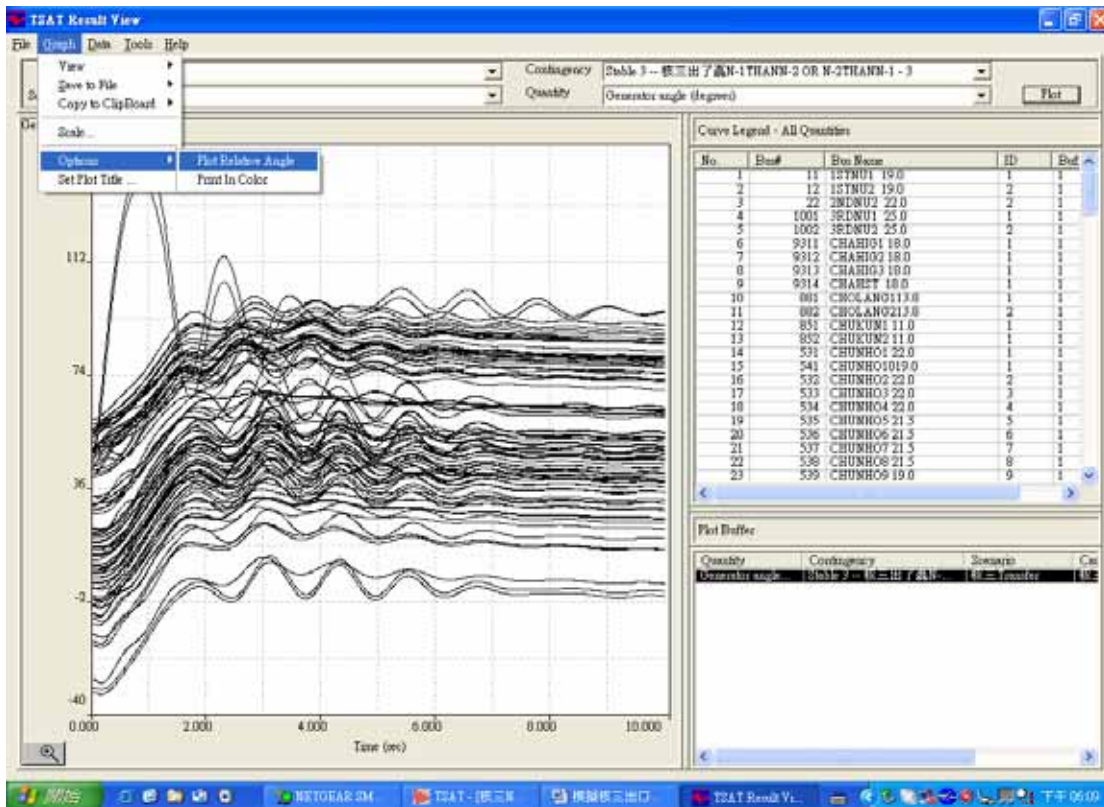
P33：點選 Quantity 中的 Generator angle(degrees)



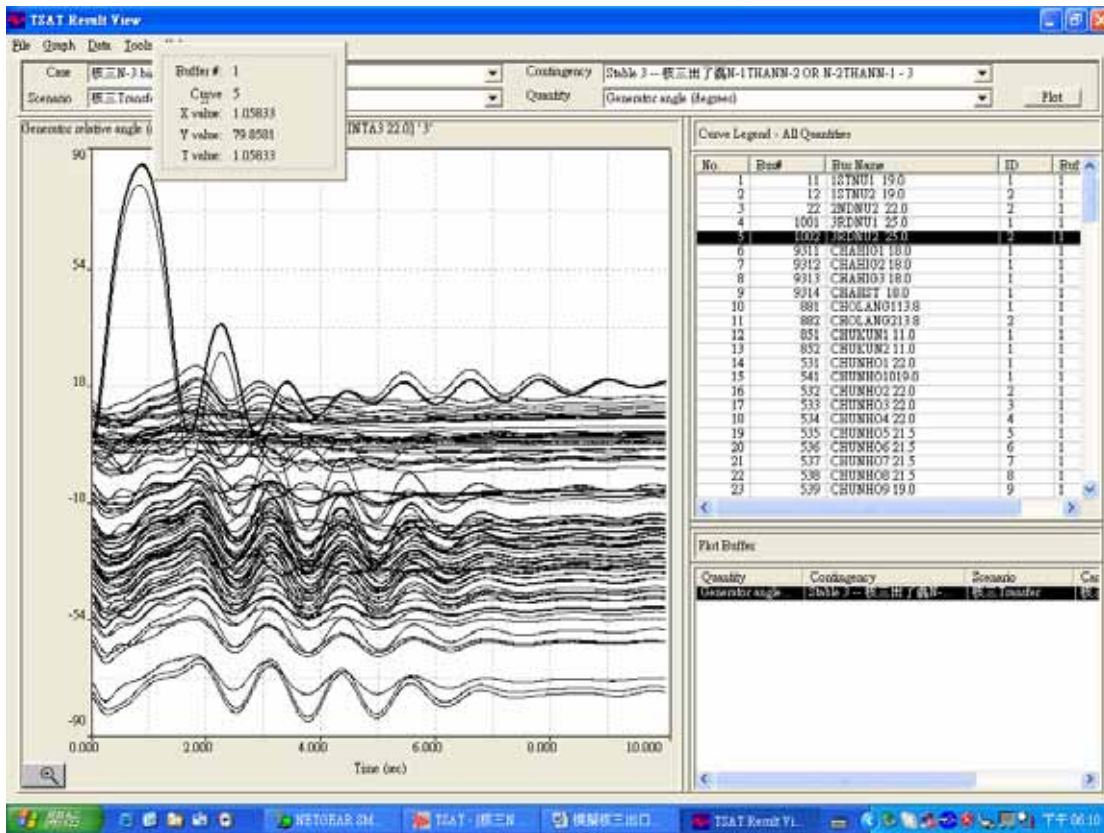
P34：點選 Plot 後出現圖形



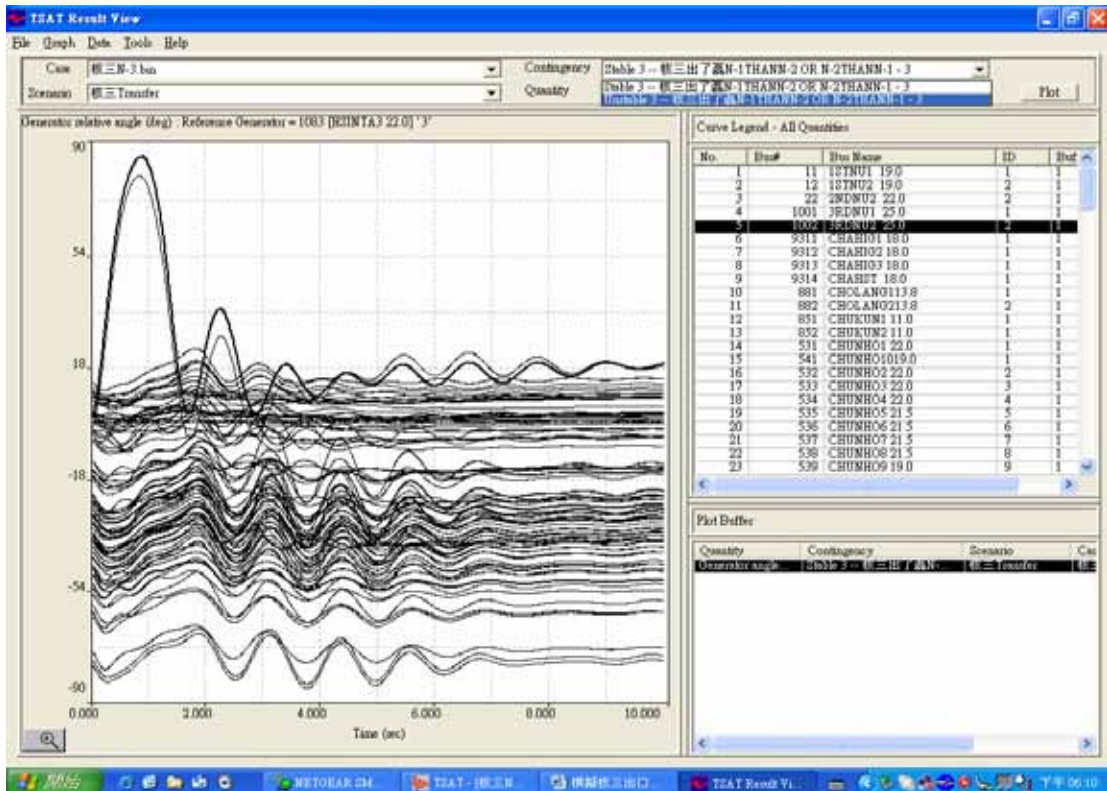
P35：點選 Graph/Options/Plot Relative Angle



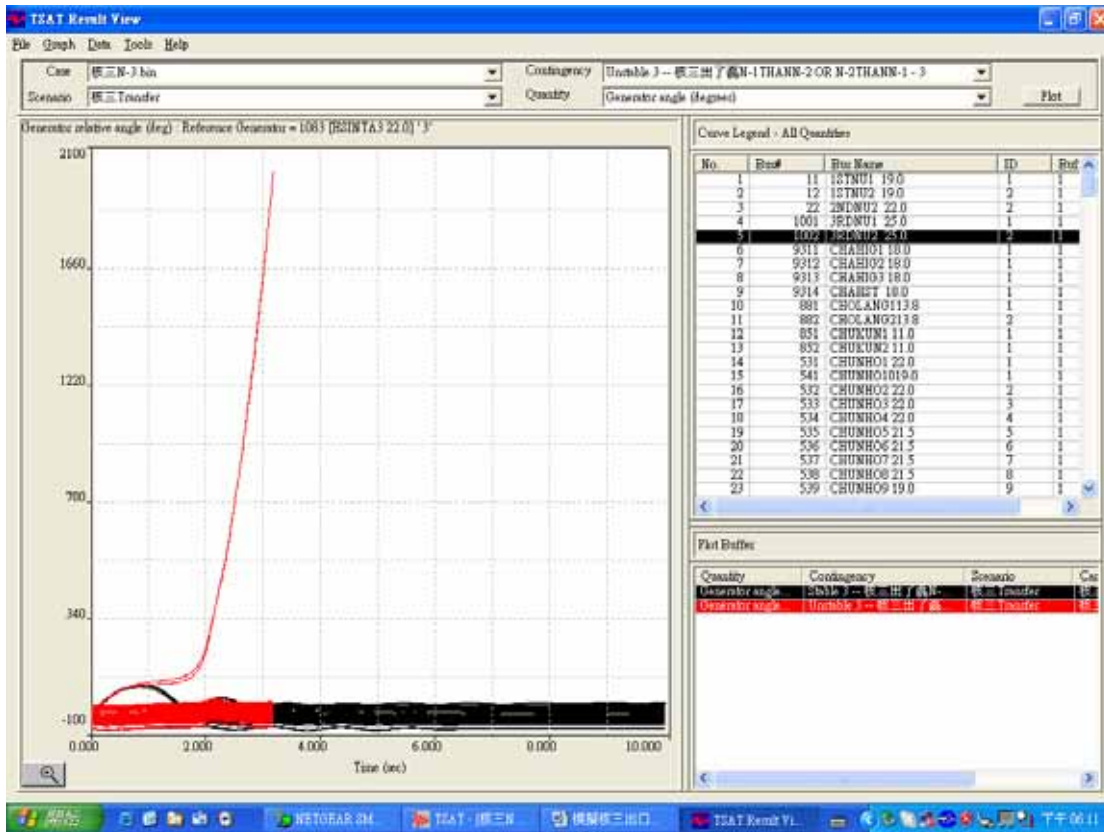
P36：點選右框中核三二號機，則核三二號機曲線變粗再將滑鼠移至線上按右鍵，則會出現相關訊息。



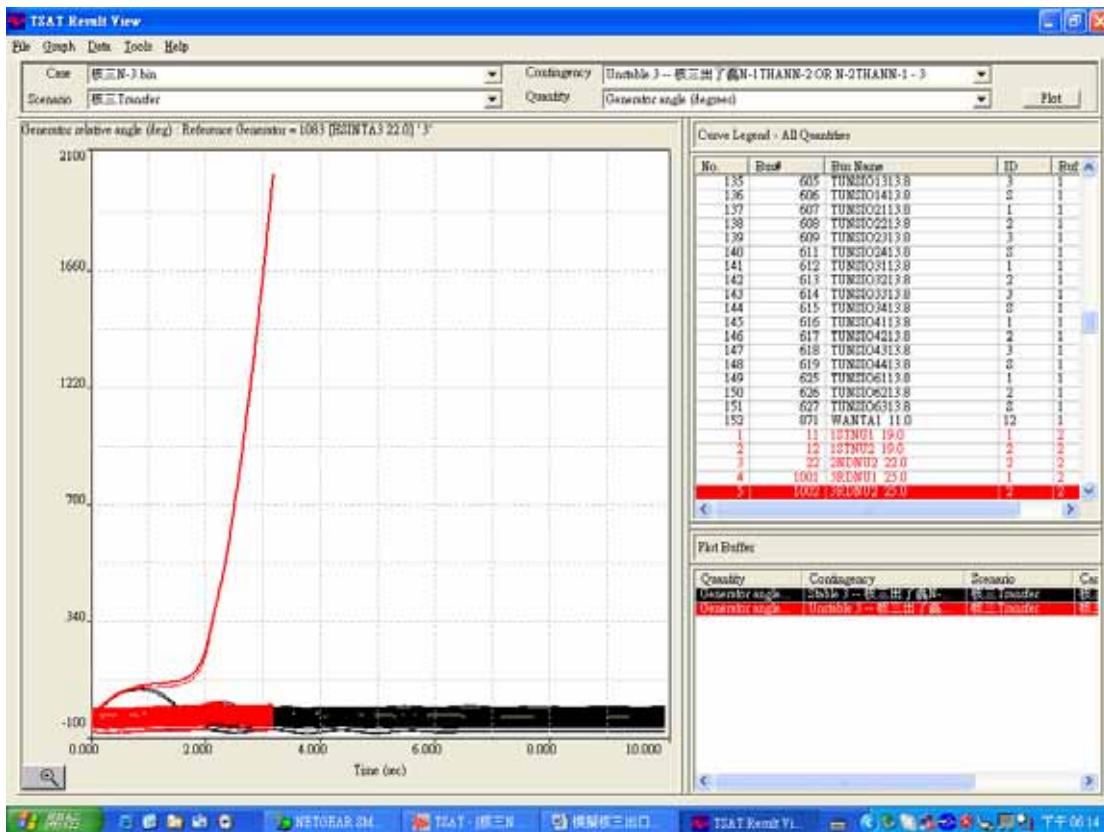
P37：點選 Contingency 中的 Unstable 3 選項後按 Plot



P38：右下角 Plot Buffer 框中選取所要畫出的 Quantity

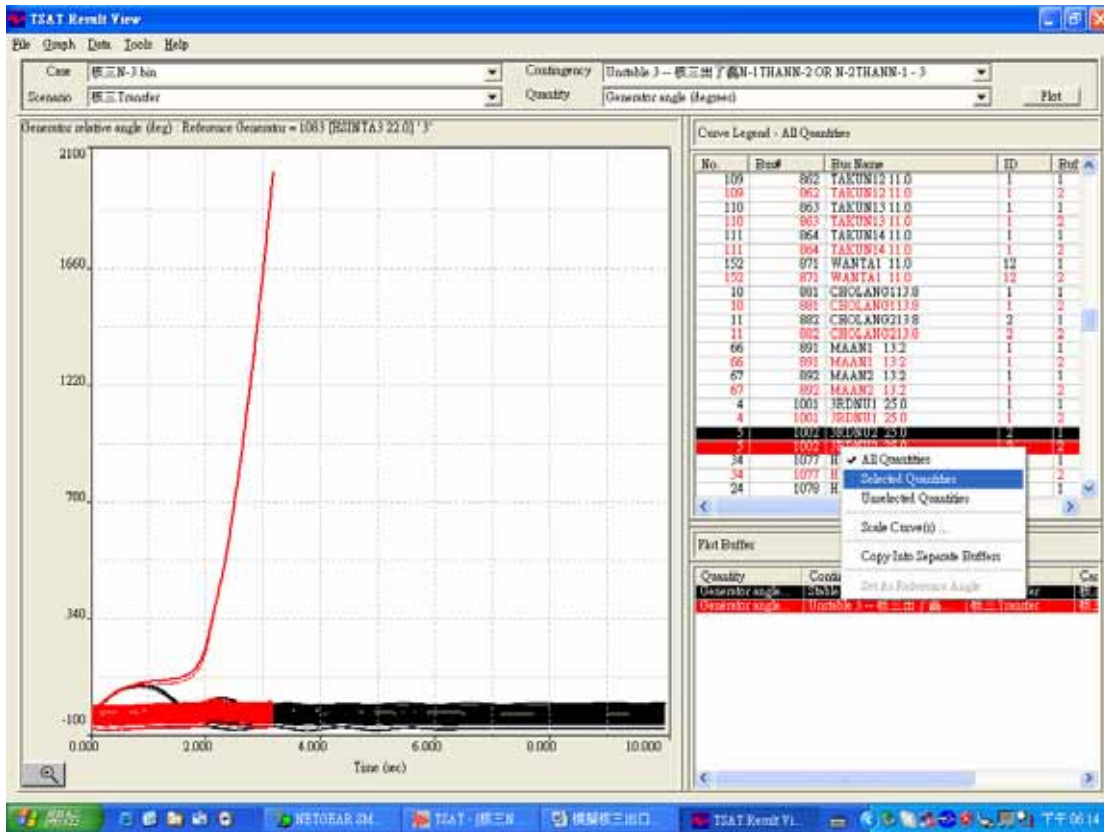


P39：點選右框中的 1002 並在 Bus# 點一下做排序

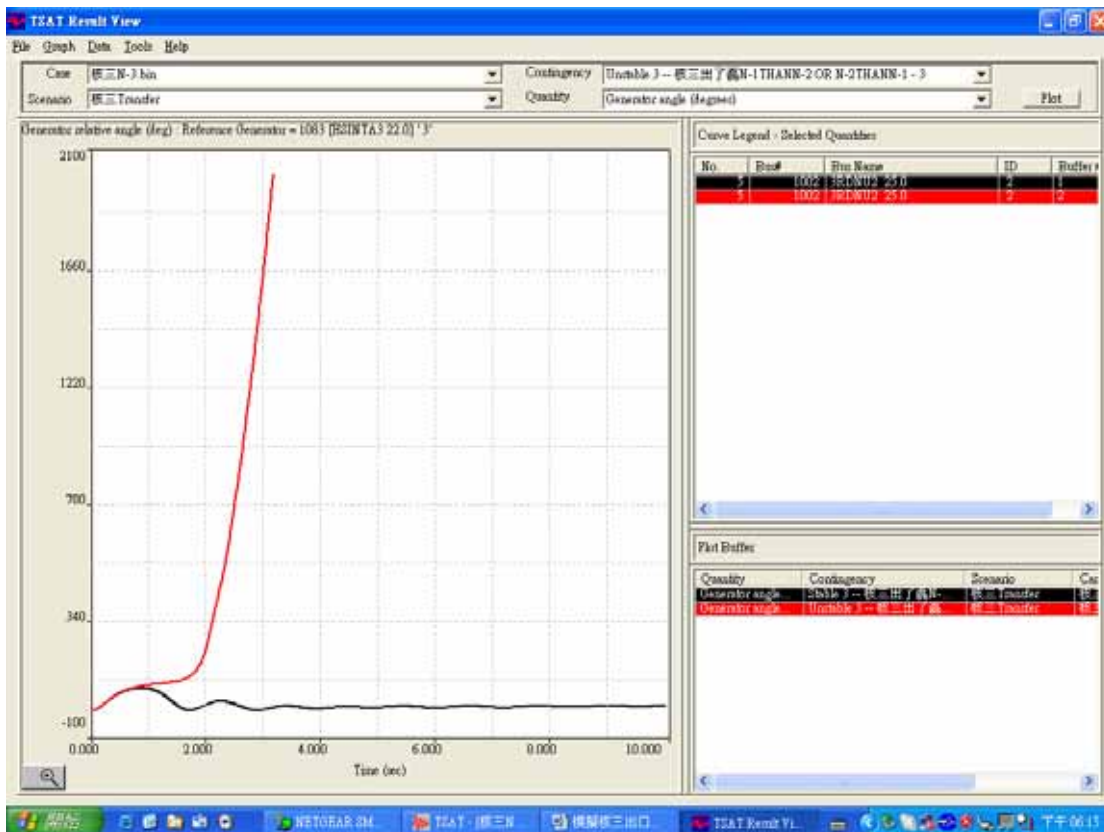




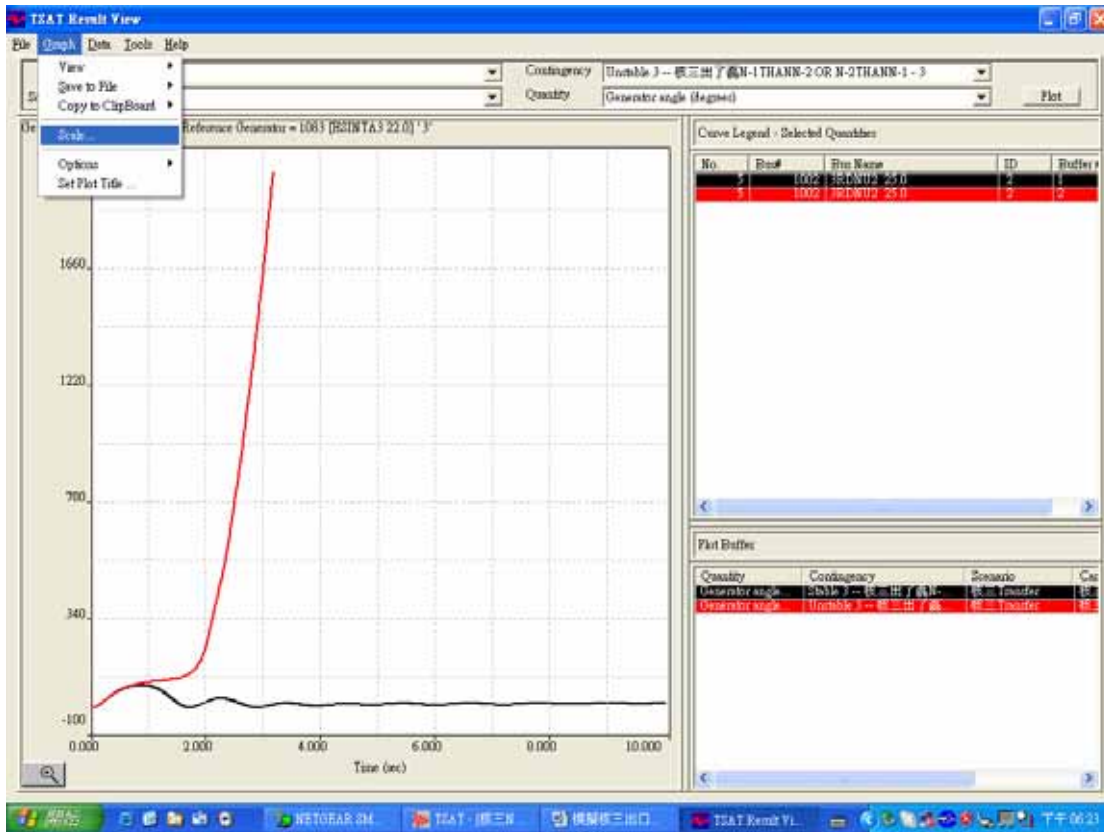
P40：點選右框中的 2 個 1002 並按右鍵選擇 Selected Quantities



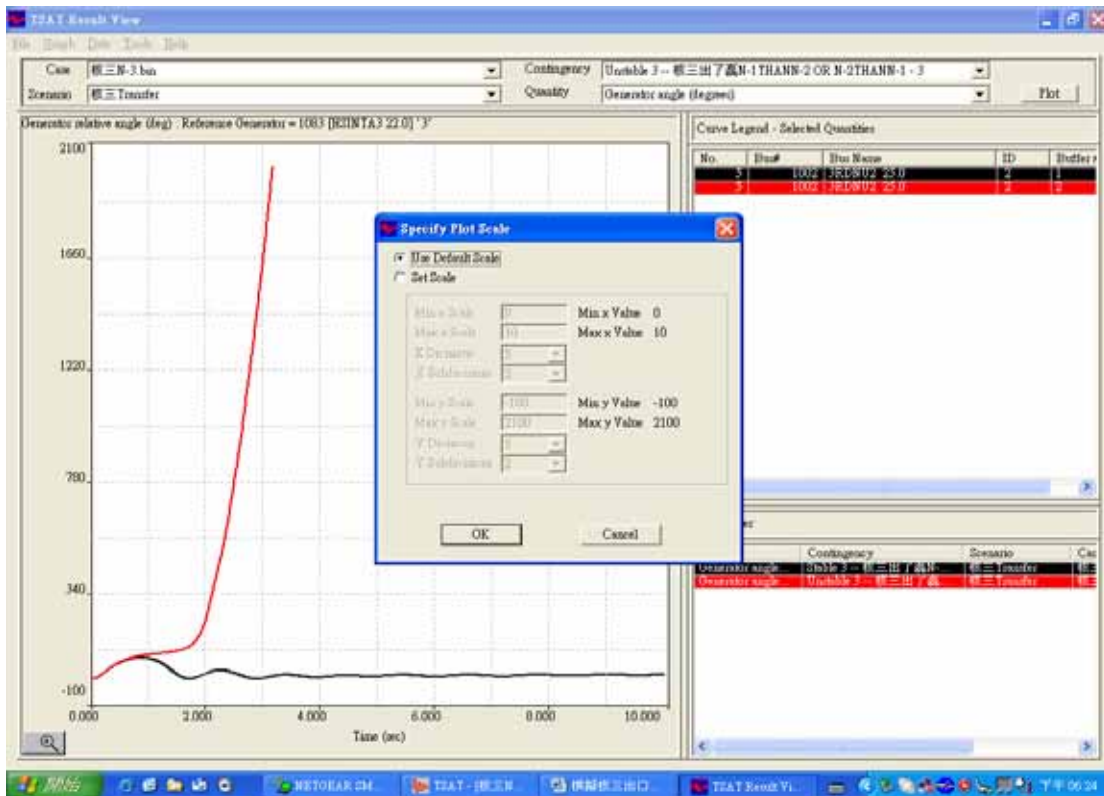
P41：僅出現 P40 所選取的二條曲線



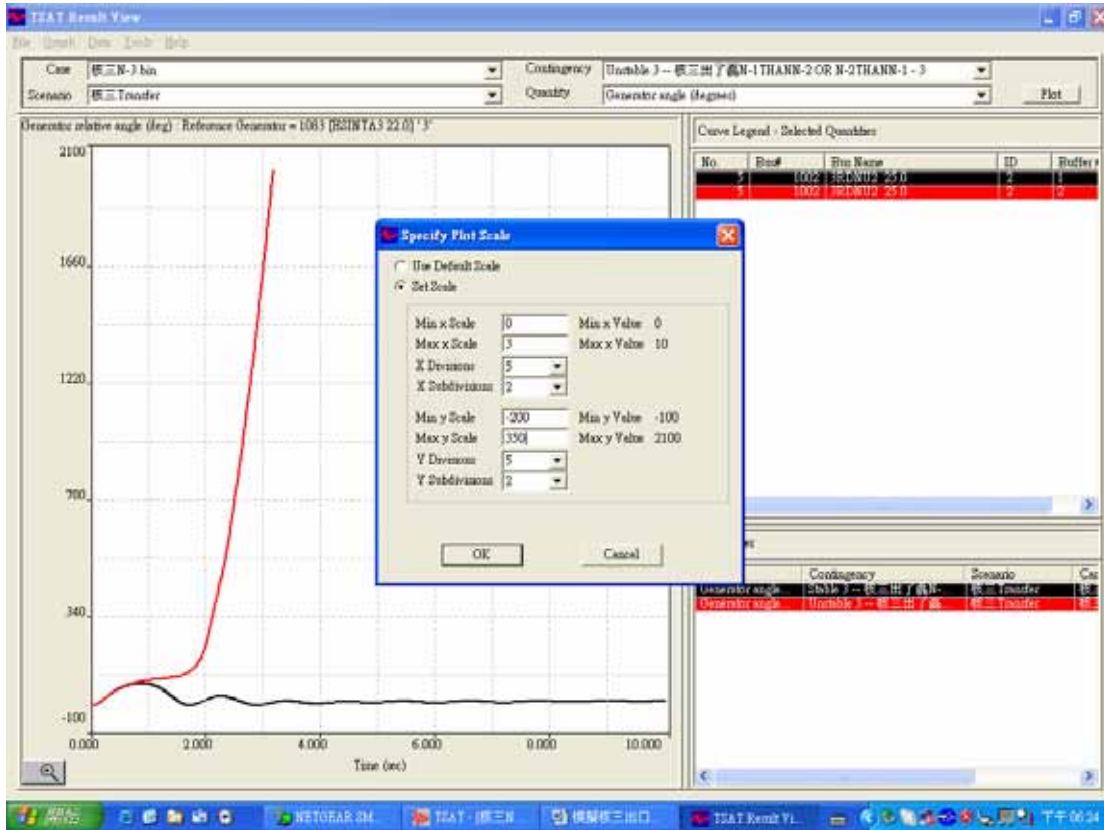
P42：點選 Graph/Scale



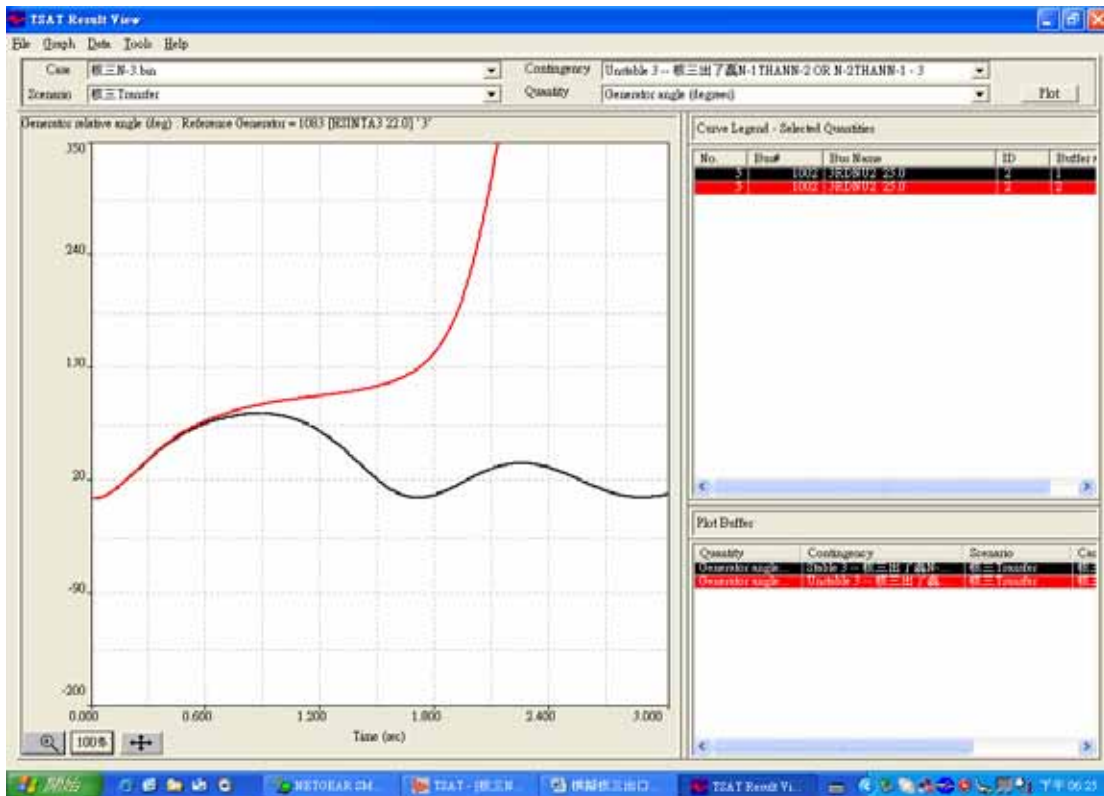
P43：出現 SPecify Plot Scale 對話視窗



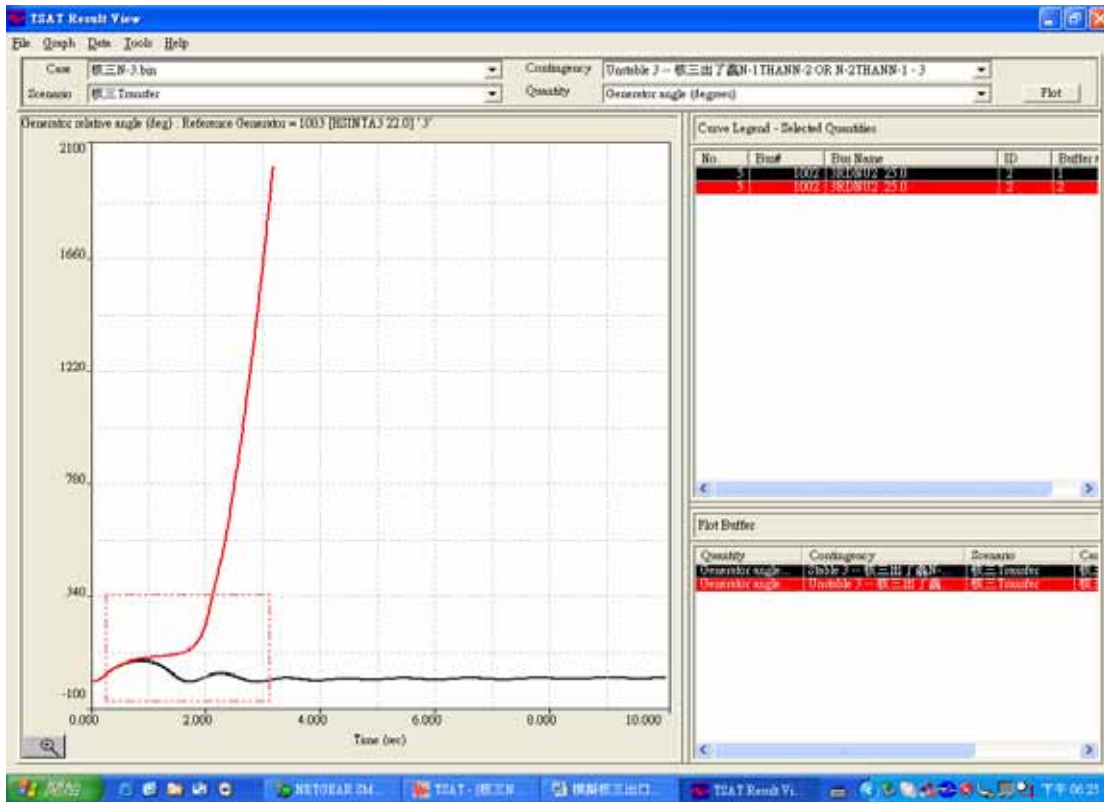
P44：設定圖形顯示範圍



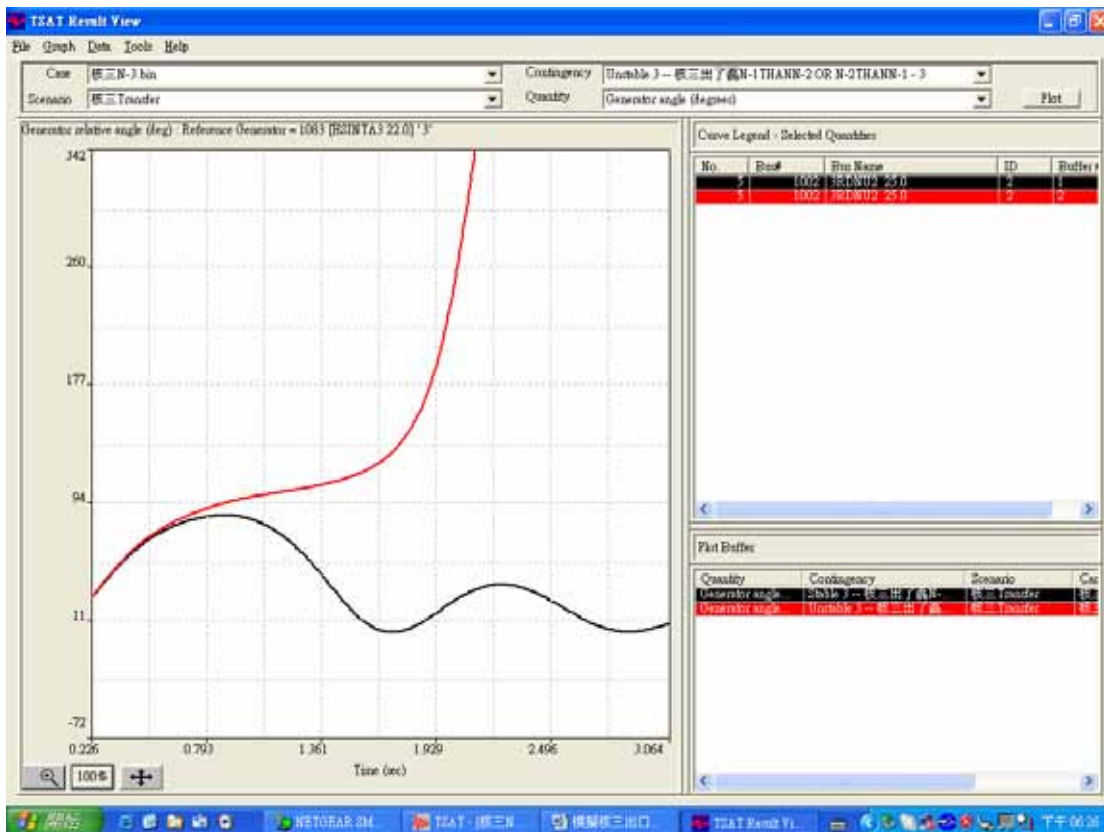
P45：Show 出 P44 所設定範圍的圖形



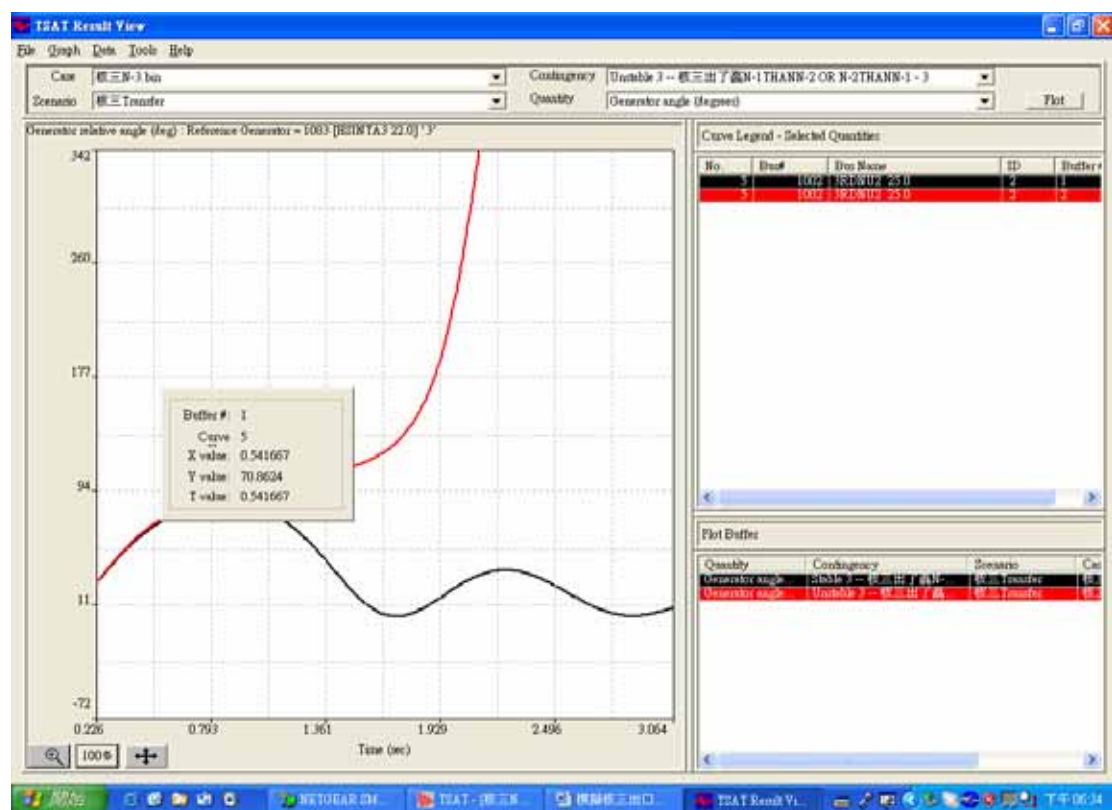
P46：用另一種方式顯示所要看的曲線範圍；先按左下角的放大鏡圖形，再將游標移至曲線圖中，按住左鍵不放，選取要放大的矩形範圍即可。



P47：P46 動作後的顯示圖形。



小技巧：游標移到分離點後按住右鍵，將游標移至上方(TSA Result View 所在的藍色區域後放開)，可將小視窗留下。



## 6. 技術文件第 3、4 章中文翻譯

### 1 介紹

### 2 輸入資料

### 3 準備格點電力潮流(Grid Powerflows)

這個步驟是產生所有在 SPS 運轉範圍合乎南-中與中-北傳輸量(“格點(Grid Points)”)的電力潮流。這包含下列幾個步驟：

- (1) 產生所有 N-2G 電力潮流 (“Pass One powerflow creation”)
- (2) 移動 N-2G 電力潮流進入格點 (“Pass Two powerflow creation”)
- (3) 擴展電力潮流 (“Pass Three powerflow creation”)
- (4) 選擇最差的電力潮流

#### 3.1 產生所有 N-2G 電力潮流

利用執行 utility 程式 `tpc_disp.exe` 可以產生在 SPS 運轉格點中的電力潮流，而這些電力潮流的起始點是每一個不同負載的基本電力潮流(這裡是用 96 年尖載)。在執行前需先確定在主要檔案路徑下有二個空白資料夾已經建立完成：

主要檔案路徑\96p\cell  
主要檔案路徑\96p\errors

`tpc_disp` 必須利用 Windows 命令提示字元，在主要檔案路徑下按照以下步驟一步步執行：

```
tpc_disp Generator Outage Data
```

以 96 尖載為例，下列指令將執行產生 “Pass One powerflow creation” 並將結果儲存於主要檔案路徑 \96p\cell 的資料夾中：

```
Home\96p>..\progs\tpc_disp 96pgcell.csv
```

`tpc_disp` 所做的事如下所敘：

- 讀取機組停機資料 (96pgcell.csv)。
- 讀取機組昇載分配表(96pdisp-ai.csv)，定義在機組停機資料。
- 從以上資料產生出 VSAT 傳輸檔案(`tpc_disp.trf`)以符合所有 N-2G 停機。
- 利用 `vsat_run.bat` 執行下列事項：

- 對於每一個適合的 N-2G 電力潮流檔案，呼叫 VSAT (用 VSAT\_batch 輸入檔 g-x.run) 執行傳輸檔案，以分析事故後的電力潮流。這些結果儲存在一個執行中的檔案(g-x.psn) 內。
- Utility 程式 ccshare.exe 是確認複循環機組在電力分配過程中一起 ON/OFF，這個程式是利用一個文字檔(ccgens.txt)，檔案中列出所有複循環機組。
- 利用 VSAT case file 96P-sb.run 再一次求解電力潮流檔案(g-x.psn)，這個結果會存在一個執行中的檔案(96p-sb.psn)內。
- Utility script copycell.js 執行下列三項事情：
  - (a) 確認所有電力潮流檔案的限制值，若電力潮流檔案中有任何熱容量或電壓限制值的問題將被排除。
  - (b) 讀取 VSAT 的 interface 報告，這是為了取得電力潮流檔案中的南-中與中-北傳輸量。
  - (c) 將(96p-sb.psn)中的電力潮流檔案，以下列名稱格式儲存在 cell 資料夾中。:

96p\_itf\_3456\_1234\_text.psf

如上所示，, 3456 表示中-北傳輸量 而 1234 表示南-中傳輸量，另外 text 是表示檔案中其它的資訊 (例如：區分不同檔案卻有相同的傳輸量)

- 執行 vsat\_error.bat，可以複製 VSAT 的錯誤訊息至 error 的資料夾中。

當執行完 tpc\_disp，將會有一些電力潮流檔案產生，而這些檔案有下列共同的特點：

- 都有二部機組被停機。
- 345kV 系統沒有任何熱容量或電壓限制值問題。
- 所有檔案的中-北和南-中傳輸量，如同各自檔案名稱中所示。

圖 3-1 所示即為利用 2007 年尖峰負載條件下，執行”產生 Pass One powerflow creation”後所產生出的電力潮流檔案示意圖。

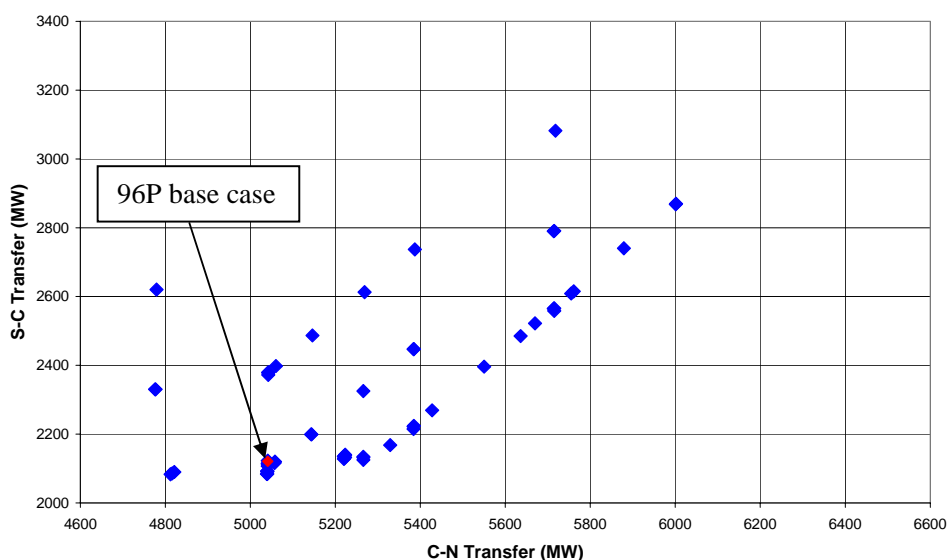


圖 3-1: 2007 尖峰負載，執行”Pass One powerflow creation”的結果

### 3.2 移動所有 N-2G 的電力潮流檔案至格點上

執行產生”Pass One powerflow creation”後，下一步便是要將所有電力潮流檔案中的南-中與北-中傳輸量推入格點中，而這就是”Pass Two powerflow creation”。

執行”Pass Two powerflow creation”前需手動執行下列步驟：

- 將資料夾 cell 更改名稱爲 cell2g。
- 再重新產生一個名叫 cell 資料夾。
- 利用下列指令，將 cell2g 中的電力潮流檔案名稱列表，並放置於 cell 資料夾內。

```
Home\96p>dir /B /ON cell2g\*.psf > cell2gfile.txt
```

這時會產生一個名叫 cell2gfile.txt 的檔案，其內容爲’Pass One powerflow creation”所產生的所有電力潮流檔案名稱。





上一行中 4799 表示中-北傳輸量而 2399 表示南-中傳輸量，code1 是用來區分二個相同傳輸量的碼。

執行完 forcecell.js，會產生一些電力潮流檔案儲存在 cell 的資料夾內，而這些檔案有著如下的特點：

- 345kV 系統沒有任何熱容量或電壓限制值問題。
- 每一個電力潮流檔案中的南-中和中-北傳輸量都正確的位於每個格點上，而傳輸量就包括在檔案名稱內。
- 可能有多個電力潮流檔案位於同一個格點上，換言之，仍有某些格點上沒有電力潮流檔案。

舉例說明，Figure 3-3 所示為利用 2007 年尖載檔案執行“Pass Two powerflow creation”後產生的結果。

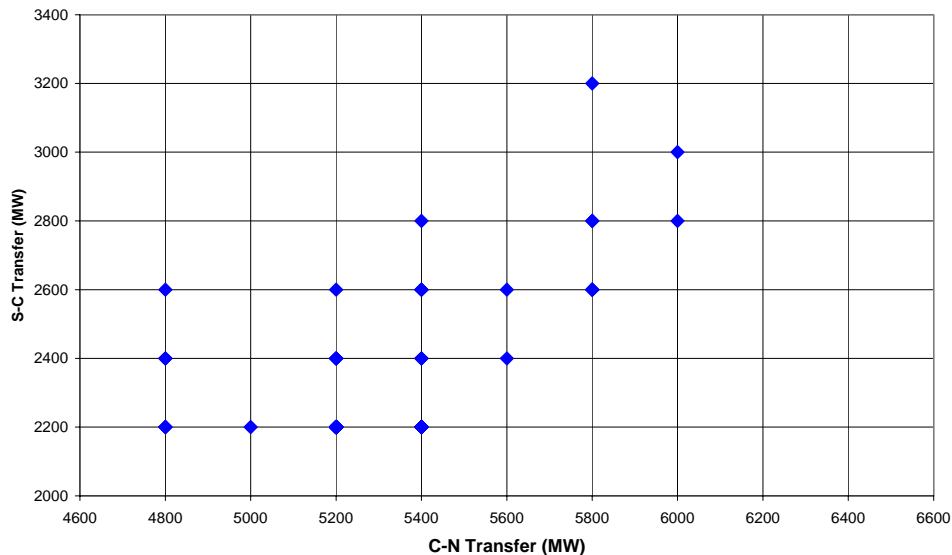


圖 3-3: 2007 年尖載檔案執行“Pass Two powerflow creation”

### 3.3 擴展電力潮流

下一個步驟，就是在 SPS 運轉範圍內的所有格點上產生電力潮流檔案，這是經由執行 Pass Three Powerflow creation 所產生。

執行 Pass Three Powerflow creation 之前，需要手動執行下列步驟：

- 從 cell 資料夾內取得 Pass Two Powerflow 檔案列表，並放置於主要檔案資料夾內。以 96P case 為例，可藉由下列指令完成：

```
Home\96p>dir /B /ON cell\*.psf > cellfile.txt
```

執行上述指令會產生一個名叫 cellfile.txt 的檔案，包含所有 Pass Two Powerflow 檔案名稱，並儲存在主要檔案路徑\96P 的資料夾內。

執行 Pass Three Powerflows 是利用 Utility script expandcell.js 所完成的。expandcell.js 必須利用 Windows 命令提示字元，在主要檔案路徑下執行。以 96P case 為例，下列所示的指令將產生所有 Pass Three Powerflows，並且將之儲存在主要檔案路徑\96P\cell 資料夾內。

```
Home\96p>cscript ..\scripts\expandcell.js < cellfile.txt
```

expandcell.js 所做的事如下所示：

- 每一個 Pass Two Powerflow，使用 UP、RIGHT and DIAGUP 傳輸檔案 (up.trf, right.trf, and diagup.trf) 來產生更高的南-中和北-中傳輸量電力潮流檔案，如圖 3-4 所示。

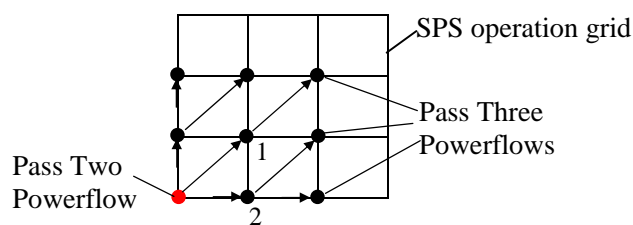


圖 3-4: 利用 Pass Three Powerflow 產生更多的電力潮流檔案

注意事項：

- 如果在某格點中已經存在從某一個 Pass Two Powerflow 產生的有效電力潮流檔案，就不可能從同一個 Pass Two Powerflow，經由不同路徑在此格點中產生另一個有效的電力潮流檔案。舉例說明，圖 3-4 中若 Pass Two Powerflow 經由 DIAGUP 和 RIGHT 傳輸產生電力潮流檔案 1 和檔案 2，那麼在電力潮流檔案 2 就不會使用 UP 傳輸在電力潮流檔案 1 的位置產生其他的電力潮流檔案。
- 整個產生 Pass Three Powerflow 的過程與產生 Pass Two Powerflow 的過程相似，二者都包含：
  - 應用特定的傳輸檔案，得到了接近下一個南-中或中-北傳輸量的新電力潮流檔案。
  - 在電力潮流求解過程中，應用了 area interchange control 選項，將新的電力潮流推入一格點內。
  - 確認 345kV 系統的熱容量與電壓限制值。這部分有一些不同：先確認若有違反熱容量限制值，則不保留下來；只要某一格點上的電力潮流檔案沒有任何合乎電壓限制，而全部都違反電壓限制值的話，就全留下來。

- 這個過程會持續到沒有更進一步的電力潮流檔案產生(與實際系統不符的機組調配、電力潮流無解...等)
- 這些有效的電力潮流檔案，會以下列名稱格式儲存在 cell 資料夾內。

96p\_itf\_4798\_2399\_code1\_code2.psf

上一列所示，4798 表示中-北傳輸量而 2399 表示南-中傳輸量在電力潮流檔案中。code1 和 code2 僅用來區別電力潮流檔案和經過的途徑，這二個碼在未來執行的步驟內並無用處。

當 expandcell.js 執行完畢，一些起始於 Pass Two Powerflows 的電力潮流(被稱為“Pass Three Powerflow”)將會產生(以 96P 為例，Pass Three Powerflows 會和 Pass Two Powerflows 儲存在同一個資料夾內 Home\96p\cell\ subfolder)。這個資料夾內的電力潮流檔案有下列特徵：

- 在每一個可達到的南-中和中-北傳輸量的格點內，必須最少有一個電力潮流檔案。
- 這些電力潮流檔案沒有任何一個存有熱容量限制值問題。
- 電壓限制值方面，在同一個格點中只可能存有下列二種情況之一。一種為格點內所有電力潮流檔案均無電壓限制值問題；另一種為所有電力潮流檔案均有電壓限制值問題。
- 在格點形成的 SPS 運轉範圍外的電力潮流檔案，屬下列情況之一：
  - 中-北傳輸量超過 6600MW。
  - 不可實行的電力潮流檔案(沒有一種與實際系統相符的機組調配可達到南-中和中-北傳輸量)。
  - 電力潮流檔案無法收斂。
  - 電力潮流檔案有解但存有熱容量限制值問題。

舉例說明，圖 3-5 顯示為利用台電 2007 年尖峰檔案，經由 Pass Two and Three Powerflows (用南-中和中-北傳輸量來識別) 過程後所產生的電力潮流檔案，而數字即表示格點內所存在有效的電力潮流檔案數。

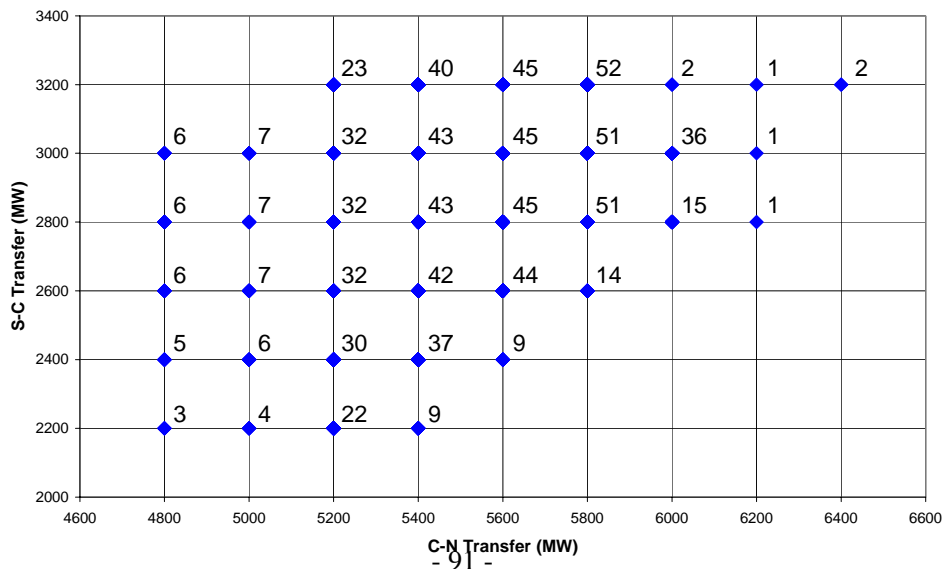


圖 3-5: 台電 2007 年尖峰檔案執行到 Pass Three Powerflow 所產生的電力潮流檔案

### 3.4 選擇最不穩定的電力潮流檔案

經由 Pass Two and Three Powerflows 產生了一個完整的 SPS 運轉格點，但是經由不同的發電機調配，產生出多種的電力潮流檔案遍布格點內。下一個目標即為在每一個格點內挑選出符合暫態穩定度最差條件的電力潮流檔案，並應用時域模擬完成這個目標。

這個目標最大的挑戰是將格點內所有電力潮流檔案，按優劣次序排列找出最差的電力潮流檔案。下列所述是必須考慮的事項：

- 必須包含多種偶發事故的衝擊。
- 所有電力潮流檔案必須將之排出優劣順序，再找出最差的電力潮流檔案，這是特別難做到的。因為對於一些特別嚴重的偶發事故而言，很多電力潮流檔案的結果都相同，必須使用特別的量測技術才能區分優劣。

基於上述的考量，圖 3-6 顯示出如何在一個格點內的眾多電力潮流檔案中，選出最差檔案的概念。這其中包含為了盡可能的按照優劣順序，分類電力潮流檔案而使用了三個過濾器。

- 第一個過濾器：以不穩定的偶發事故數目來決定。如果最大值僅有一個(也就是只有唯一一個電力潮流檔案，對於偶發事故不穩定數目而言是最大的，圖 3-6 的方塊①)它必然是最差的並且會被使用於 SPS look-up table 的計算。反之，若最大數目同時有數個(也就是超過一個以上的電力潮流檔案，對於偶發事故不穩定的數目皆相同且最大)，則繼續利用過濾器二篩選。
- 第二個過濾器：以一組延伸的偶發事故來計算 CCT 的總和。如果最小值僅有一個(也就是只有一個電力潮流檔案，且對於偶發事故計算 CCT 的總和是最小的，圖 3-6 的方塊②)它必然是最差的並且會被使用於 SPS look-up table 的計算。反之，若 CCT 計算的最小總和值有數個(也就是對於偶發事故有超過一個以上的電力潮流檔案，其 CCT 總和的計算是相同且最小的)，則繼續利用過濾器三篩選。
- 第三個過濾器：以一組修改過的偶發事故，找出線路跳脫後速率中心的差異(difference of centers of speeds – DCOS)，速率中心的差異(difference of centers of speeds – DCOS)定義如下：

DCOS = 地區 1 的中心速率 - 地區 3 的中心速率

此處所指電力潮流地區的中心速率是一個標準量，這個量可以利用 TSAT 來監測。因為台電系統不穩定均來自發生一個嚴重的偶發事故時，地區 1 缺乏足夠的電力和地區 3 需要支援過多的電力。DCOS 是一個負值，且此值越小系統越不穩定。

對一個電力潮流檔案，DCOS 是所有偶發事故的總和。若某一電力潮流檔案擁有最小的 DCOS 總和 (圖 3-6 的方塊 ⑨) 它必然是最差的，並且會被使用於 SPS look-up table 的計算。

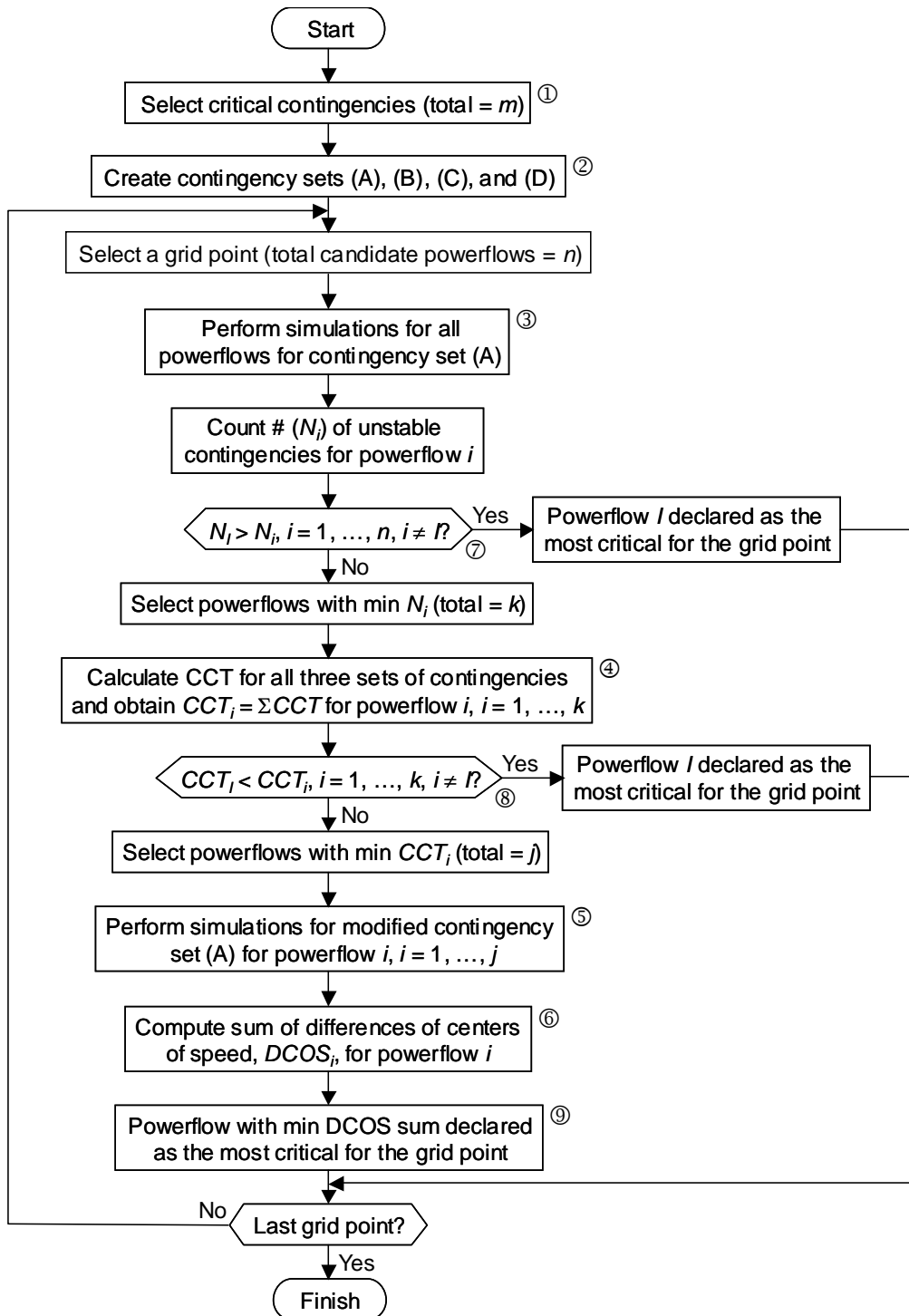


圖 3-6：挑出最差電力潮流檔案的選擇過程

以下的敘述是完成上述過程的實際步驟。

1. 挑選一個最嚴重的偶發事故 (圖 3-6 的方塊 ①)。如同系統分析般，一組不安全的偶發事故造成系統不穩定。因為此處的目的是找出最差的電力潮流檔案，並不需要全部完整的偶發事故，以下是考慮簡化程序：
  - N-1-2 或 N-2-1 的偶發事故種類，事故前跳脫的線路改成和事故後的其餘線路一起跳脫以清除故障。這可以避免屬於線路跳脫前，偶然事故發生後，所產生的棘手問題。
  - N-1-2 或 N-2-1 的偶發事故種類，在許多不安全的偶發事故中有一些特殊的 N-1 (or N-2) 是非常複雜的(以 96P 為例，在許多不安全 N-1-2 的偶發事故中 C49 是非常複雜的)。對於這種類型的偶發事故，一個典型的結合被使用來幫助挑選最差的電力潮流檔案。
  - 不包含單相對地故障。

表 3-1 顯示出為了找出最差的電力潮流檔案所挑選出的偶發事故。

表 3-1 為了找出最差的電力潮流檔案所挑選出的偶發事故。

96P	96M	96L
C48+A10A	C18A	C50B
C18+A18A	A10+C49B	
C15+A37A	A37+C4A	
C18+A37A	A37+C50B	
C50+A37A	A39+C4A	
C14+A38A	A39+C15A	
C15+A39A	C4+A37A	
C48+A39A	C4+A39A	
C15+A40B	C15+A39A	
C15+A41B	C49+A10A	
A37+C13A	C49+A40B	
A38+C14A	C49+A41B	
A37+C15A	C49B	
A39+C15A		
A37+C18A		
A18+C18B		
C49B		
A37+C4A		
A39+C4A		
A37+C50A		

2. 為了之前挑選每一個嚴重偶發事故的步驟，建構了四組關鍵事件 (圖 3-6 的方塊 ②)：
  - (A) 正常跳脫線路以清除三相故障(包含線路被假設跳脫在模擬前的條件下)，以 96P 為例，這一組偶發事故包含在 96p-ccteval.swi 檔案內，並儲存在主要路徑\96P 資料夾下。



- (B) 如同 (A)，除了包含線路被假設在模擬前條件下跳脫以外：這些線路並未被跳脫；取而代之的是增加線路三倍阻抗。這使得偶發事故的影響並未那麼嚴重，其目的如上所述，是要分出電力潮流檔的優劣順序。以 96P 為例，這一組偶發事故包含在 96p-ccteval-x3.swi 檔案內，並儲存在主要路徑\96P 資料夾下。
- (C) 如同 (A),除了跳脫線路清除故障外：這些線路並未被跳脫；取而代之的是增加線路三倍阻抗。這使得偶發事故的影響並未那麼嚴重，其目的如上所述，是要分出電力潮流檔的優劣順序。以 96P 為例，這一組偶發事故包含在 96p-ccteval-fx3 檔案內，並儲存在主要路徑\96P 資料夾下。
- (D) 如同 (A)，除了故障沒有發生外 (僅包含線路跳脫)，所有偶發事件的線路在 11.5 週波被跳脫。以 96P 為例，這一組偶發事故包含在 96p-ifaceeval.swi 檔案內，並儲存在主要路徑\96P 資料夾下。

上述的偶發事件組，必須從系統分析中使用的主要偶發事件組手動來製作。

3. 應用(A)組偶發事件產生 TSAT cases：

```
Home\96p>cscript ..\scripts\mkccteval.js < cellfiles.txt
```

如上所述，cellfiles.txt 是一個文字檔 (放置於主要路徑\96P 資料夾下)。

這些 TSAT cases 由 mkccteval.js 執行所產生，其中包括使用儲存於主要路徑\data 資料夾下的資料、電力潮流檔案與偶發事故資料。為了達到最好的計算效率，每一個 TSAT case 最多包含 200 個方案。每一個方案除了使用不同的電力潮流檔案外，均使用完全相同的資料和計算的參數。因此，每一個 TSAT case 可以執行 200 個電力潮流檔案。如果電力潮流檔案的數目超過 200 個，TSAT caseI 的名稱表示如下：

```
96pccteval-1.tsa
96pccteval-2.tsa
96pccteval-3.tsa
. . . . .
```

4. 應用(B) 和 (C) 組偶發事件產生 TSAT cases，這是利用手動方式拷貝含有(A)組偶發事件的 TSAT cases，將其中的偶發事故資料替換掉，任何表示的檔案名稱如同輸出所顯示。

5. 應用(D)組偶發事件產生 TSAT cases：

```
Home\96p> cscript ..\scripts\mkifaceeval.js < cellfiles.txt
```

Script mkifaceeval.js 產生 TSAT cases 的方式類似 script mkccteval.js 但有二個不同之處。

- 模擬時間僅有 0.2 秒 (也就是線路跳脫後的 0.5 週波)
- 使用不同的監視檔案 (ifaceeval.mon)

產生這些 TSAT case 檔案名的稱為 96pifaceeval-1.tsa, 96pifaceeval-2.tsa,.....

6. 執行四組偶發事件的模擬圖(3-6的方塊③、④和⑤)，這些必須使用 TSAT Case Scheduler 來執行，下列所述是執行此步驟所需注意之事：

- 同一種偶發事件類型的 TSAT case 檔案必須放置一起執行。
- 不同偶發事故的 TSAT cases 必須在分別的 Case Scheduler 時間執行。
- (A)、(B)和(C)組偶發事故的每一個獨立訊息記錄必須儲存(這裡不需要(D)組偶發事故)

以 96P 為例，假設下列 TSAT cases 是由(A)、(B)、(C)和(D)組偶發事故所產生的：

- (1) 96pccteval-1.tsa for contingency set (A)
- (2) 96pccteval-2.tsa for contingency set (A)
- (3) 96pccteval-3.tsa for contingency set (A)
- (4) 96pccteval-4.tsa for contingency set (A)
- (5) 96pccteval-x3-1.tsa for contingency set (B)
- (6) 96pccteval-x3-2.tsa for contingency set (B)
- (7) 96pccteval-x3-3.tsa for contingency set (B)
- (8) 96pccteval-x3-4.tsa for contingency set (B)
- (9) 96pccteval-fx3-1.tsa for contingency set (C)
- (10) 96pccteval-fx3-2.tsa for contingency set (C)
- (11) 96pccteval-fx3-3.tsa for contingency set (C)
- (12) 96pccteval-fx3-4.tsa for contingency set (C)
- (13) 96pifaceeval-1.tsa for contingency set (D)
- (14) 96pifaceeval-2.tsa for contingency set (D)
- (15) 96pifaceeval-3.tsa for contingency set (D)
- (16) 96pifaceeval-4.tsa for contingency set (D)

這些案例應分為四批在 TSAT Case Scheduler 中執行：

- (1) 案例 (1) to (4)：當所有的模擬執行完後，訊息記錄需儲存在檔名為 ccteval.log 的檔案。
- (2) 案例 (5) to (8)：當所有的模擬執行完後，訊息記錄需儲存在檔名為 ccteval-x3.log 的檔案。
- (3) 案例 (9) to (12)：當所有的模擬執行完後，訊息記錄需儲存在檔名為 ccteval-fx3.log 檔案。
- (4) 案例(13) to (16)：當所有的模擬執行完後並無訊息需儲存。但是注意，這個模擬的 binary result 檔案為 96pifaceeval-1.bin、96pifaceeval-2.bin、96pifaceeval-3.bin 和 96pifaceeval-4.bin。

7. 取得(D)組偶發事故模擬結果(圖 3-6的方塊⑥)。這是使用 script rankitf.js 並使用下列語法：

```
Home\96p>dir /B /ON 96piface*.bin | cscript /nologo ..\scripts\rankitf.js > rgndiffdata2.txt
```

執行這個 script 的輸出儲存在名叫 rgndiffdata2.txt 的檔案內，這是非常重要的。這個檔名被 hard-coded 在下一個步驟要使用的 script 內。

8. 處理訊息記錄的檔案和 rgndiffdata2.txt 是爲了得到最差的電力潮流檔案(圖 3-6 的方塊 ⑦、⑧ 和 ⑨)，這是執行 script parseccteval.js 並使用下列語法：

```
Home\96p>cscript ..\scripts\parseccteval.js /nologo ccteval.log  
ccteval-x3.log ccteval-fx3.log > pfselect.txt
```

上列所示，\*.log 檔案是在步驟六所得到的，這些記錄檔案輸入在上方指令的順序是重要的(必須按照指令中所顯示的順序來輸入)。pfselect.txt 是一個包含最差電力潮流的檔案(這個檔案在未來計算 SPS look-up table 會使用到)，圖 3-7 顯示了 pfselect.txt 檔案的部分，這個檔案的每一列符合可行的 SPS 運轉範圍內的格點，圖 3-7 的第五列指出在中-北傳輸量爲 4800MW 和南-中傳輸量爲 3000MW 時，最差的電力潮流檔案是 4799\_2999\_2\_2.psf 。

```
4800_2200 : 0 : 3 : 14 : 4799_2198_5.psf : 6.6799999999999998 : 7.4199999999999998  
4800_2400 : 0 : 5 : 14 : 4798_2400_1.psf : 6.2699999999999999 : 7.3499999999999998  
4800_2600 : 0 : 6 : 19 : 4799_2601_2.psf : 5.2299999999999999 : 7.2399999999999998  
4800_2800 : 0 : 6 : 18 : 4799_2799_2_1.psf : 5.1599999999999999 : 7.0399999999999999  
4800_3000 : 0 : 6 : 18 : 4799_2999_2_2.psf : 4.93 : 6.7299999999999999  
5000_2200 : 0 : 4 : 14 : 4999_2200_5_100.psf : 6.4599999999999999 : 6.7199999999999999  
5000_2400 : 0 : 6 : 16 : 4999_2399_1_100.psf : 6.1599999999999999 : 6.5599999999999999  
5000_2600 : 0 : 7 : 16 : 4999_2599_2_100.psf : 5.3999999999999995 : 6.5099999999999998  
5000_2800 : 0 : 7 : 16 : 4999_2800_2_101.psf : 5.3999999999999995 : 6.4699999999999999  
5000_3000 : 0 : 7 : 17 : 4999_2999_2_102.psf : 5.1299999999999999 : 6.43  
5200_2200 : 3 : 24 : 14 : 5200_2200_14.psf : 6.2299999999999999 : 6.5499999999999999  
5200_2400 : 0 : 30 : 16 : 5199_2399_16.psf : 5.7099999999999999 : 6.5399999999999999  
5200_2600 : 0 : 28 : 17 : 5199_2599_2_200.psf : 4.7099999999999999 : 6.4999999999999998  
5200_2800 : 0 : 24 : 17 : 5199_2799_2_201.psf : 4.7099999999999999 : 6.4499999999999999
```

圖 3-7：pfselect.txt 檔案的內容

## 4 決定 SPS 動作

SPS actions are determined for each critical contingency and for each grid powerflow in the SPS operation range. Before describing the details of the SPS action determination process, a few rules need to be made clear:

每個嚴苛的偶發事故和每個在SPS運轉範圍的格點電力潮流決定了SPS的動作。在開始敘述 SPS 動作決定過程的細節前，有幾個規則需要清楚的了解：

1. 多數嚴苛的偶發事故包含兩部分：準備偶發事故與跳脫偶發事故。準備偶發事故可用電力潮流作為其解決方案。這個議題可以保證在偶然事故發生後，S-C（南送中）與 C-N（中送北）必須的電力潮流傳輸量，並且所有發電機的輸出皆在到達搖擺區域的極限範圍內。跳脫偶發事故是引起 SPS 動作的原因。這個議題決定了使系統在穩定情況下，適當的負載與發電機卸載量。
2. 如果在偶發事故發生後，某一個準備偶發事故的電力潮流無解，將在所選擇的位置上增加一個假的電容器，以獲得一個虛構的電力潮流解。每一個以此方式所取得的 SPS 行動，僅可做為其唯一參考。
3. SPS 動作決定過程的目標，是為特殊的關鍵偶發事故和格點電力潮流，以獲得最理想(i.e. 最少數量)的負載和發電機卸載量。
4. 假使由於一個特殊的關鍵偶發事故和格點電力潮流使得系統無法穩定，在目前的 SPS 准許所有負載與發電機卸載後，由 Powertech 試著在所選擇的位置，將額外的負載與發電機卸載。每一個以此方式所取得的 SPS 行動，僅可做為其唯一參考。
5. 當在決定 SPS 動作時，這些模擬過程中不允許發電機的低頻、高頻及 V/Hz 電驛動作(除了 Mintan 和 Takun II 機組在抽水模式之外)。不過，低頻電驛的快速動作可讓負載卸載。

SPS 動作決定流程如圖 4-1 所示。如圖所示，所有的關鍵偶發事故和每一個關鍵偶發事故的計算迴路，及所有的格點電力潮都會被處理。為了特殊關鍵偶發事故和格點電力潮流，將有五個主要的相關計算步驟：

1. 如果在關鍵偶發事故裡有 Pass One 準備偶發事故存在，當準備偶發事故是實用的，在獲得偶發事故電力潮流後，顯示如圖 4-1 灰色遮蔽區塊。
2. 跳脫偶發事故在任何一個模擬的 SPS 動作外應用。如果系統安全，不需要任何 SPS 動作，並且下一個格點電力潮流(或者下一個關鍵偶發事故)被考慮。這個步驟就可直接了當進行。
3. 如果 SPS 行動必須動作，經由 Pass One 模擬去執行，決定負載和發電機必需的卸載量範圍。這在圖 4-1 方塊⑤中。
4. 在獲得負載與發電機最接近的必須卸載量後，經由 Pass Two 模擬去執行，以獲得最理想的負載與發電機卸載量。這在圖 4-1 方塊⑥中。

5. 如果經由 Pass Two 模擬執行，由於特殊關鍵偶然事故和格點電力潮流，在可行的負載與發電機卸載計畫內無法產生結果，那個系統會穩定。經由 Pass Three 模擬執行，決定如果系統能經由額外的負載與發電機卸載而穩定。這在圖 4-1 方塊⑦中。

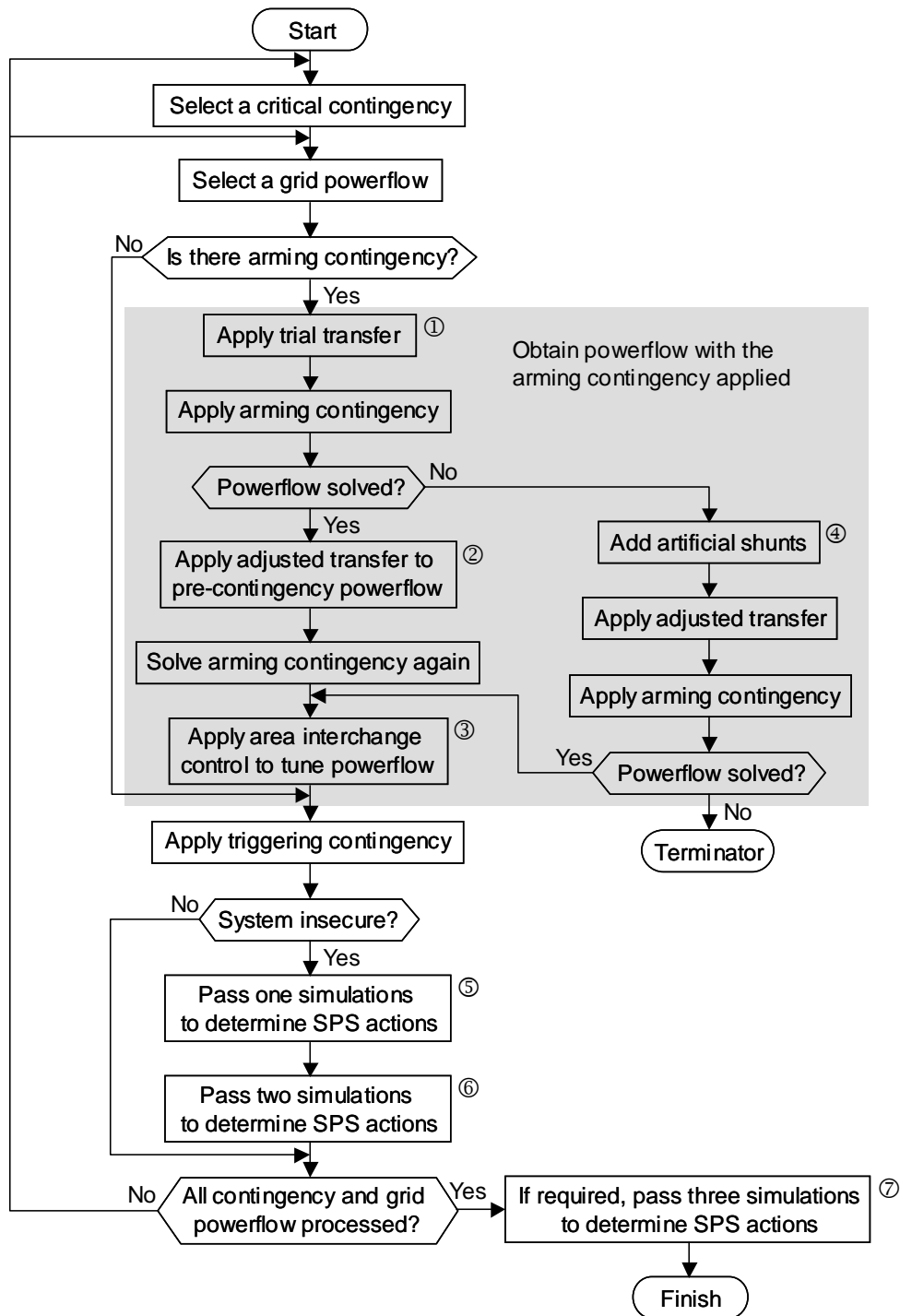


圖 4-1: SPS 動作計算流程圖

#### 4.1 Obtain post-arming-contingency powerflow

取得準備動作偶發事故後電力潮流的原理是簡單的，如同一般的偶發事故分析。以下所述是這個問題必須被注意的地方：

- 準備動作偶發事故被應用，電力潮流求解後有效功率損失可能增加而這些損失會由 swing generator 補足。swing generator 的輸出有可能超過它的最大出力，這可能導致系統不穩定即使是遭受到很小的偶發事故。因此，確認 swing generator 沒有超過它的最大輸出是重要的，處理這會應用到一個試驗的傳輸在偶發事故前的電力潮流(圖 4-1 的方塊①)。這試驗的傳輸會減少 swing generator 輸出，增加中部地區機組出力，而減少的量會從系統分析中估計。

只要準備動作偶發事故的輸電線跳脫，這個試驗的傳輸就會被應用。若準備動作偶發事故的機組跳脫，這個試驗的傳輸則不會被應用(圖 4-1 的方塊①被繞過)，因為跳脫機組所產生的有效功率損失，會從同一區增加出力的機組獲得補償，所以這與線路損失增加的問題並不相似。

- 基於上述所提到的理由，求解偶發事故後電力潮流，可能發生南-中和中-北傳輸量與偶發事故前不一樣的情況發生，這將會在編譯 SPS look-up tables 時發生問題，爲了再解決這個問題，偶發事故後的傳輸量會被取得，且從資訊中產生要調整的傳輸量來補償改變過的傳輸量。這個調整的傳輸量會被用在偶發事故前電力潮流如圖 4-1 的方塊②，而且會再求解一次準備動作偶發事故，而求解偶發事故後的電力潮流，其南-中和中-北傳輸量應該非常接近目標值，最後一次求解電力潮流時也應用了 area interchange control 如圖 4-1 的方塊③。

這個步驟是，只要準備動作偶發事故的輸電線跳脫，這個試驗的傳輸就會被應用。若準備動作偶發事故的機組跳脫，這個試驗的傳輸則不會被應用(圖 4-1 的方塊①被繞過)，因為跳脫機組所產生的有效功率損失會從同一區增加出力的機組獲得補償，所以這與線路損失增加的問題並不相似。

- 對於某些準備動作偶發事故，其電力潮流並不收斂，在台電要求下，加入虛擬的電容器使得電力潮流可求得解，然後計算在此條件下的卸載量與機組跳脫量，這些處理過程如圖 4-1 的方塊④，下列方法被使用來增加電容器：
  - 在匯流排 2000(峨眉 345 kV)和 2100 (天輪 345 kV)裝上足夠容量的連續多段式電容器，在某些案例，這樣的電容器也必須裝置於匯流排 1900 (龍潭北 345 kV)、匯流排 1910 (龍潭南 345 kV)、匯流排 2480 (中寮北 345 kV)。
  - 利用連續多段式電容器求解電力潮流，假如達到收斂，則電容器投入量會被記錄下來。
  - 假設利用連續多段式電容器而電力潮流依舊不能收斂，則計算終止。對於這個格點電力潮流而言，若遇上此嚴重的偶發事故，將無任何 SPS 動作。

## 4.2 執行 Pass One 模擬

得到準備動作偶發事故電力潮流後和跳脫偶發事故造成系統不穩定，執行 Pass One 模擬找出需要的 SPS 動作近似範圍使得系統穩定。這個步驟只用在找出最理想的卸載量與發電機組跳脫量過程中，改進計算速度之用，如圖 4-1 的方塊⑤。這個步驟執行如下：

- 只在北部地區卸載的最大卸載量其限制值為 3600MW(這大約是可被跳脫機組的最大數量)，以 96P 為例，這包含 43 段卸載。因此，最多 43 段的卸載可決定系統是否穩定。
- 產生一個含有複合偶發事故的資料檔案(96P 有 43 個偶發事故)，每一個均包含跳脫偶發事故，並逐漸增加卸載量(最大到 3600MW)。當卸載量達到或大於下一部計劃跳脫機組出力的二分之一時，為了平衡系統，這部機組將被跳脫。
- 對所有偶發事故，模擬過程持續進行直到達下列情形：
  - 系統是安全的
  - 模擬過程中，沒有任何機組因低頻電驛、高頻電驛和 V/Hz 電驛動作而跳脫。

上述的卸載量和機組跳脫量，是取其能使系統穩定的近似量(將卸載量用  $P_{L1}$ ，單位 MW)。

## 4.3 執行 Pass Two 模擬

在 Pass One 模擬執行完後，執行 Pass Two 模擬以得到最理想(最小值)卸載量和機組跳脫量，這個步驟如圖 4-1 的方塊⑥，執行步驟如下：

- 取決於近似的卸載量  $P_{L1}$ ，假設最理想的卸載量位於( $P_{low}$ ,  $P_{high}$ )這個範圍內，此處

$$P_{low} = \max(P_{L1}-500, P_{L1}/2)$$

$$P_{high} = P_{L1}$$

- 產生一個新的偶發事故資料檔案，每一個以  $P_{low}$  為起始點，逐漸增加卸載量直到  $P_{high}$  結束。此時北區和中區負載被卸除，類似於 Pass One 模擬，當卸載量達到或大於下一部計劃跳脫機組出力的二分之一時，為了平衡系統這部機組將被跳脫。Pass Two 模擬停止的條件和 Pass One 模擬相同。現在，用中部地區卸載量來考量，大多數的案例中所有的卸載量低於  $P_{L1}$ ，這是最理想的卸載量考慮。

## 4.4 執行 Pass Three 模擬

對於運轉在 SPS 格點內遭受一偶發事故之系統，若沒有發現可行的卸載和發電機跳脫組合可以使其穩定，就執行 Pass Three simulations 去找出可使系統穩定的跳機量。This is done using the following approach:

- 北部地區負載卸載量逐漸增加直到 7200MW，這是根據台電提供的卸載表。

- 計劃跳脫的機組跳脫完後，依照卸載量繼續增加額外的機組跳脫量。在決定額外機組跳脫時，機組跳脫的優先順序仍是參考台電所提供的資料，但不考慮同一控制室的限制(同一控制室有可能全跳)。

#### 4.5 使用 utility tools

決定 SPS 動作的所有任務是執行 script gridctg.js，而 script gridctg.js 呼叫了另一個 script tsat\_cell\_run.js。這個 script 應用在下述的四個選項，所有選項的輸出均相似：計算結果用一個未命名 Excel 檔案。這個檔案需要手動儲存並利用 utility tools 執行產生最後的 SPS look-up tables。

##### ***決定準備動作偶發事故後的電力潮流***

使用下一行的語法確認準備動作偶發事故後電力潮流解(下方的例子中，假設使用 96P 檔案)：

```
Home\96p>cscript ..\scripts\gridctg.js 96p A10 C49B V < pfselect.txt
```

上一行中，A10 是準備動作偶發事故，而 C49B 是跳脫線路偶發事故(假如標誌 V 被指定，則在 script 中就沒有被使用，但必須被提供)，pfselect.txt 是利用 parseccteval.js 所產生的檔案，其中包含最差的電力潮流檔案。

這個選項輸出的檔案大多僅有資訊，這可以儲存下來供日後參考。而 utility tools 在編譯 SPS look-up tables 時將不會用到這項資料。

##### ***Pass One and Pass Two simulations***

使用下一行的語法執行 Pass One and Pass Two 模擬(下方的例子中，假設使用 96P 檔案)：

```
Home\96p>cscript ..\scripts\gridctg.js 96p A10 C49B < pfselect.txt
```

上一行中，A10 是準備動作偶發事故，而 C49B 是跳脫線路偶發事故(在這選項中二者均被 script 使用)。pfselect.txt 是利用 parseccteval.js 所產生的檔案，其中包含最差的電力潮流檔案。

這個選項輸出的檔案顯示出 Pass Two 模擬的結果格式。

##### ***Pass Three simulations***

使用下一行的語法執行 Pass Three simulations(下方的例子中，假設使用 96P 檔案)：

```
Home\96p>cscript ..\scripts\gridctg.js 96p A10 C49B N < pfselect.txt
```

上一行中，A10 是準備動作偶發事故，而 C49B 是跳脫線路偶發事故(在這選項中二者均被 script 使用)。pfselect.txt 是利用 parseccteval.js 所產生的檔案，其中包含最差的電力潮流檔案。



這個選項輸出的檔案顯示出 Pass Three 模擬的結果格式。

### ***Alternative Pass One simulations***

使用下列的語法執行 an alternative Pass One simulations (下方的例子中，假設使用 96P 檔案)：

```
Home\96p>cscript ..\scripts\gridctg.js 96p A10 C49B C < pfselect.txt
```

上一行中，A10 是準備動作偶發事故，而 C49B 是跳脫線路偶發事故(在這選項中二者均被 script 使用)。pfselect.txt 是利用 parseccteval.js 所產生的檔案，其中包含最差的電力潮流檔案。

這個 alternative Pass One simulations 利用中部地區卸載替代在北部地區卸載，以決定是否在中部地區卸載比在北部地區卸載來的有效，這主要是用來比較卸載計劃表。

這個選項輸出的檔案顯示出 alternative Pass One simulations 的結果格式。

### ***應用注意事項***

Script gridctg.js 呼叫其他的 script，tsat\_cell\_run.js 轉換使用 TSAT 去執行所有需要的模擬。為了使這些過程有作用，必須正確執行下列所述：

- 執行 script gridctg.js 之前，TSAT 必須啓用並設定於自動模式。
- 下一行是 script 提供的範例 (tsat\_cell\_run.js)

```
csefolder_client="C:\\leiwang\\tpc\\tools\\spswork\\"+ll+srvno+"\\\";
```

必須修正 SPSWORK 資料夾完整的路徑。舉例說明，假如 SPSWORK 資料夾置於 C:\SPS\spswork，則上一行會出現如下：

```
csefolder_client="C:\\SPS\\spswork\\"+ll+srvno+"\\\";
```