

# 『獨立型微電網』計畫 2014年智慧電網主軸計畫成果發表會



計畫主持人：林金福副所長


報 告 人：張永瑞副組長

日 期：103年11月24日



行政院原子能委員會核能研究所

# 簡報大綱

- 一、計畫目的與預期成效
  - 二、計畫主要內容
  - 三、計畫實際達成度與預期目標之差異
  - 四、執行成果
  - 五、量化成果績效指標
  - 六、重要質化成果
  - 七、與相關計畫配合情形(含產業界投入、跨部會合作情形)
- 

# 計畫目的與預期成效

## 政策依據：

- 101年9月「智慧電網總體規劃方案」
  - F1—高占比再生能源技術研究

## 面臨問題：

- 廠網分離政策及不同區域電網間解併聯
- 再生能源占比提高，導致電力品質與供電可靠低落
- 離島用電成本較高

## 各年度計畫重點：

### 103：獨立型微電網系統關鍵技術發展

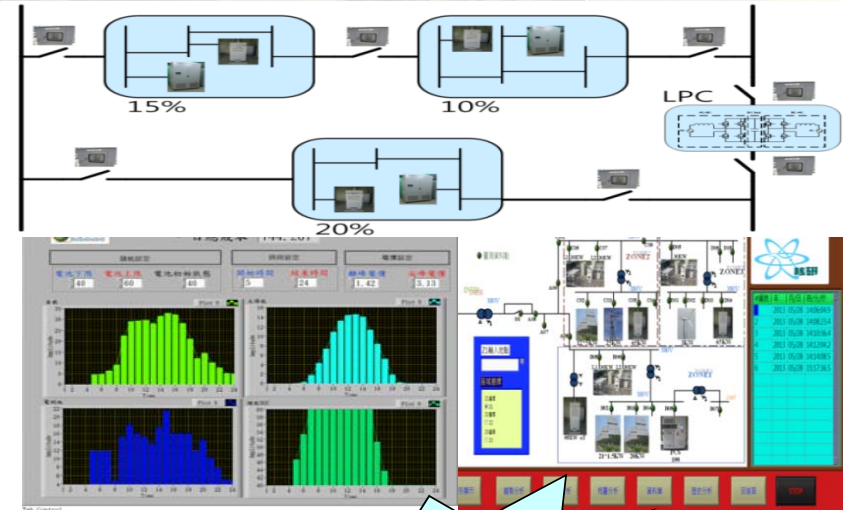
- 獨立型微電網供應實際館舍用電，並使微渦輪機與儲能系統連續穩定運轉，及再生能源滲透率達10%

### 104：微電網多區域能源管理與智慧控制

- 開發微電網多區域智慧控制技術，且使電力品質符合IEEE 519規範，及THD<sub>v</sub>達5%以下

### 105：微電網多區域智慧擴充與分裂

- 微電網擴充與分裂之容量達470kW以上，再生能源滲透率達20%以上



獨立型微電網系統

# 計畫主要內容

## ■ 微電網多區域系統工程整合

1. 獨立型微電網運轉情境規劃
2. 微渦輪機運轉測試及燃料成本估算
3. 實際館舍需量反應控制建置
4. 獨立型微電網單區域連續運轉供應館舍用電

## ■ 微電網多區域儲能系統控制技術開發

1. 選定3 $\phi$ 4W轉換器及濾波器架構
2. 模擬轉換器之充電/放電和實/虛功補償操作
3. 製作及測試轉換器之控制級和電力級電路
4. 測試在20kVA之充/放電、實/虛功補償功能

## ■ 微電網區域間功率調節器控制技術開發

1. 設計微電網電壓及頻率變動補償策略並進行模擬分析
2. 具電力調節器之微電網模擬平台建立
3. 電力調節器實虛功率潮流控制技術程式撰寫
4. 具實虛功率輸出之5kVA電力調節器原型機硬體研製

## ■ 多區域微電網保護系統發展

1. 設計負載分路故障偵測演算法
2. 執行電驛間通訊測試
3. 執行電驛離型軟、硬體單機人工故障試驗，藉以修改電驛偵測演算法
4. 設計電源分路故障偵測演算法，且整合幹線、電源分路及負載分路電驛成為完整的保護

## ■ 微電網區域間靜態開關控制器實現

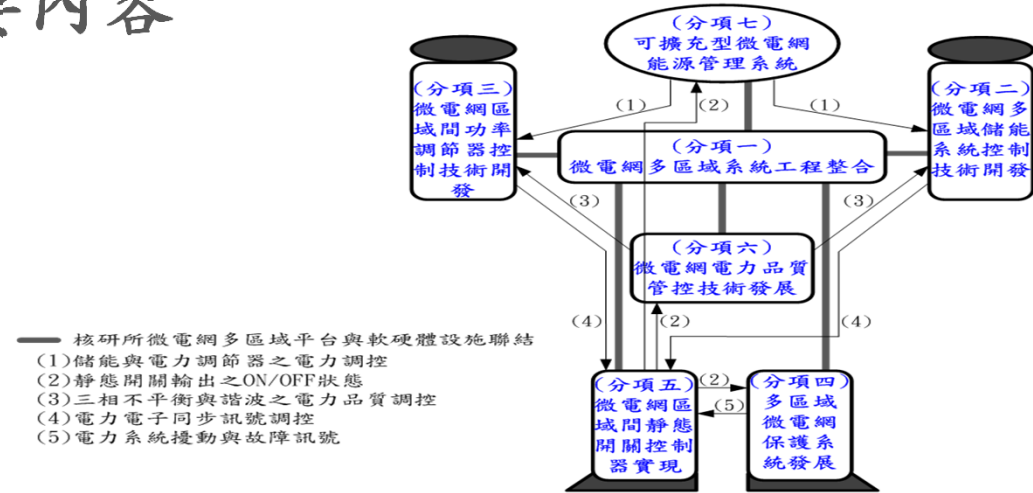
1. 校正即時模擬模型參數
2. 發展一個通用分散式電源的模擬平台
3. 完成小波多層解析之FPGA IP Core
4. 進行晶片偵測與隔離故障電流之硬體迴圈模擬

## ■ 微電網電力品質管控技術發展

1. 演算法及模型進行模擬分析與測試
2. 即時模擬技術探討微電網電力品質監測系統之分析、改善與控制策略
3. 微電網電力品質管理平台規劃與設計
4. 於核研所內展示微電網電力品質管理平台

## ■ 可擴充型微電網能源管理系統

1. 配合廠商實現使用者介面
2. 負載資料分析與負載預測程式精進
3. 再生能源資料分析與再生能源預測程式精進
4. 配合預測程式精進進行即時電力調度演算法設計，達到短期動態調度4



## 計畫實際達成度與預期目標之差異(1/4)

項目	年度預期目標	達成情形	差異分析
分項一	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.微電網各關鍵技術試驗情境規劃</li> <li>2.儲能系統、電力調節器、靜態開關、能源管理系統之測試平台整合</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.考量儲能系統初始電量、儲能容量大小、微渦輪機運轉功率、PV發電調控等內容，進行獨立型微電網運轉情境規劃。</li> <li>2.以MATLAB/ Simulink建立微電網之儲能系統與具LVRT功能之換流器模型，並規劃電壓/頻率變動補償與實虛功補償之模擬情境。</li> <li>3.完成核研所實際辦公館舍之需量反應建置，可透過遠端監控全館舍之冷氣、照明與插座電力，達到負載調控之需量反應功能，且具即時用電顯示與歷史資料查詢功能。</li> <li>4.完成以微渦輪機、儲能系統及PV發電之連續運轉測試，並使獨立型微電網單區域供應048館舍用電。</li> </ol>	符合目標
分項二	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.開發50 kVA儲能模組硬體</li> <li>2.開發實、虛功補償技術</li> <li>3.開發CAN Bus通訊介面</li> <li>4.測試於20 kVA輸出時，可進行實、虛功補償</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.已選定升-降壓雙向轉換器做為50 kVA 3<math>\phi</math>4W轉換器之電路架構，並以RX62T做為數位控制器。</li> <li>2.已完成轉換器之充電/放電模式與不斷電系統(UPS)模式之模擬與分析。</li> <li>3.據前項之模擬成果，完成分切合整數位控制(D-<math>\Sigma</math> Digital Control)法則之充/放電和實/虛功補償的推導與撰寫。</li> <li>4.完成50 kVA轉換器之硬體製作。</li> <li>5.完成CAN Bus通訊介面軟體撰寫。</li> </ol>	符合目標

## 計畫實際達成度與預期目標之差異(2/4)

項目	年度預期目標	達成情形	差異分析
分項三	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.微電網電壓/頻率變動之補償策略分析</li> <li>2.具電力調節器之微電網模擬平台建立</li> <li>3.電力調節器實/虛功率潮流控制技術開發</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.以Droop Control進行微電網電壓與頻率補償，並採用Smart Discrete Fourier Transforms (SDFT)方法防止諧波造成頻率估測的誤差。</li> <li>2.以MATLAB/ Simulink建立主動式電力調節器模擬平台，並完成雙向實虛功傳送之模擬分析。</li> <li>3.完成電力調節器各項保護功能之測試、Can-bus通訊功能之驗證以及電力調節器之實/虛功率輸出功能測試。</li> </ol>	符合目標
分項四	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.進行微電網單機人工故障試驗</li> <li>2.進行電源分路與負載分路之故障偵測演算法</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.完成負載分路故障偵測演算法設計，因負載分路採過電流電驛，故不含通訊功能。</li> <li>2.進行幹線與電源分路故障偵測演算法設計，並搭配前項負載分路故障演算法，可整合為完整的微電網保護系統。</li> <li>3.幹線分路故障偵測需配合電驛通訊方可判斷故障區間，已完成電驛間通訊測試；已完成單機人工故障試驗規劃，將進行實地測試，以使電驛偵測演算法更趨完備。</li> </ol>	符合目標

## 計畫實際達成度與預期目標之差異(3/4)

項目	年度預期目標	達成情形	差異分析
分項五	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成具小波多層解析之FPGA IP Core</li> <li>2. 微電網區域間靜態開關的偵測功能之FPGA設計</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 藉由開路及短路量測之實驗數據，進而調校與補強模擬之模型參數，使分析結果更趨近於實際系統。</li> <li>2. 利用RT-LAB建立分散式電源模擬平台，且藉由硬體迴圈處理方式縮短模擬時間，達成近似即時模擬之成效。</li> <li>3. 利用Xilinx System Generator軟體完成具小波多層解析之FPGA IP Core開發，其可迅速且有效地分析故障訊號於各式頻段之特徵量，作為後續故障偵測與判斷之用。</li> </ol>	符合目標
分項六	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以即時模擬技術實現微電網電力品質監測系統之分析、改善與控制策略</li> <li>2. 微電網電力品質管理平台規劃與設計</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建立電力品質分析演算法，並以MATLAB Simulink建立獨立型微電網模型，並分析所含之諧波成分；以Labview完成具分析演算法之電力品質分析平台。</li> <li>2. 利用RT-LAB建立含濾波器之微電網模型，並進行電力品質模擬分析，除縮短模擬時間外，並可維持模擬之正確性；完成改善電力品質之濾波器投切流程設計。</li> <li>3. 微電網電力品質管理平台規劃包含分析、改善與控制策略等部分，且實際於微電網系統中進行諧波補償測試，驗證前項投切流程可降低負載所造成之諧波影響，使微電網電力品質符合IEEE的規範。</li> </ol>	符合目標

## 計畫實際達成度與預期目標之差異(4/4)

項目	年度預期目標	達成情形	差異分析
分項七	1.再生能源資料分析與預測程式精進 2.完成電力調度演算法設計，達到短期(15分鐘)動態調度	1.配合顧問輔導服務之廠商，完成電力潮流與經濟調度之架構建置。 2.完成太陽能發電與實際館舍負載之量測與分析，且持續記錄中；為精進預測程式，開發類神經網路、線性回歸與Kernel等演算法則，可有效減少預測誤差。	符合目標



# 計畫團隊組成與分工

## 獨立型微電網系統發展與應用

核研所 林金福 副所長

### 合作廠商

分項一 微電網多區域系統工程整合

核研所 張永瑞 副組長

中○電工、台○電子、利○興業、大○公司、健○科技

分項二 微電網多區域儲能系統控制技術開發

清華大學 吳財福 教授

凱○電子

分項三 微電網區域間功率調節器控制技術開發

台灣大學 陳耀銘 教授

利○興業

分項四 多區域微電網保護系統發展

中原大學 陳士麟 教授

健○科技

分項五 微電網區域間靜態開關控制器實現

中原大學 洪穎怡 教授

羅○國際公司、七○電子

分項六 微電網電力品質管控技術發展

中正大學 張文恭 教授

歐○科技

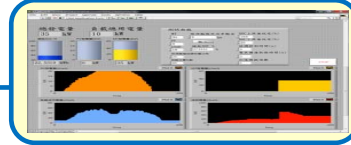
分項七 可擴充型微電網能源管理系統

台灣科大 陳在相 教授

中○電工

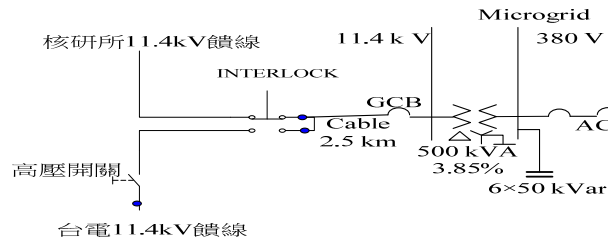
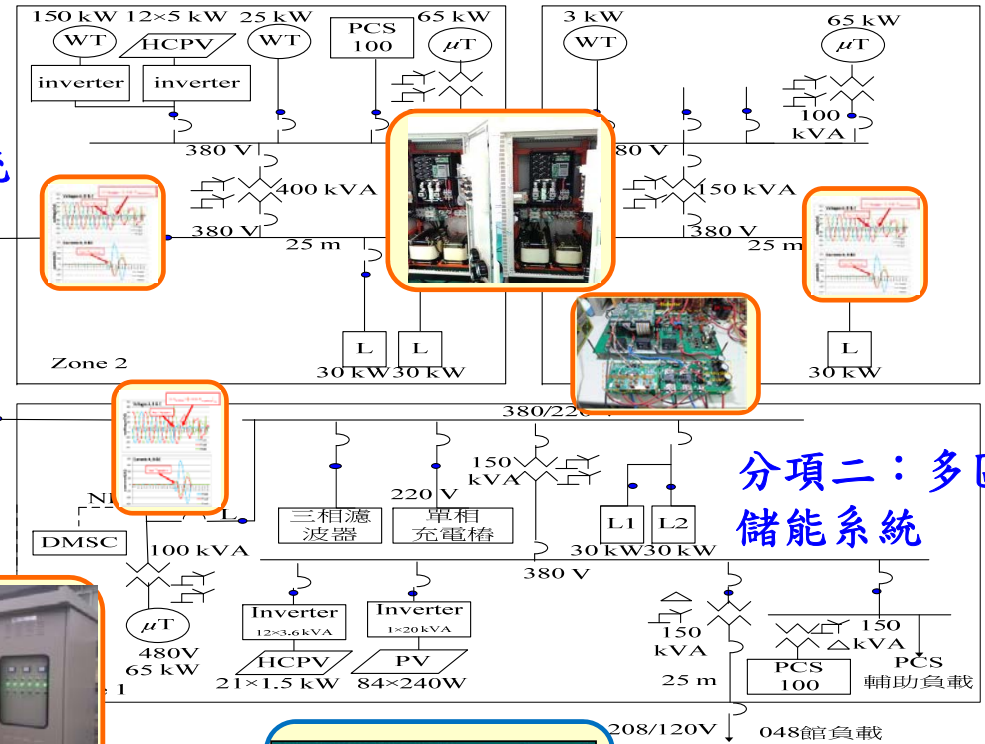
# 各分項計畫間執行關聯及成果

分項一：微電網多區域系統工程整合



分項三：區域間功率調節器

分項四：多區域微電網保護系統



分項五：區域間靜態開關控制器

分項六：微電網電力品質管控技術



分項七：可擴充型微電網能源管理系統

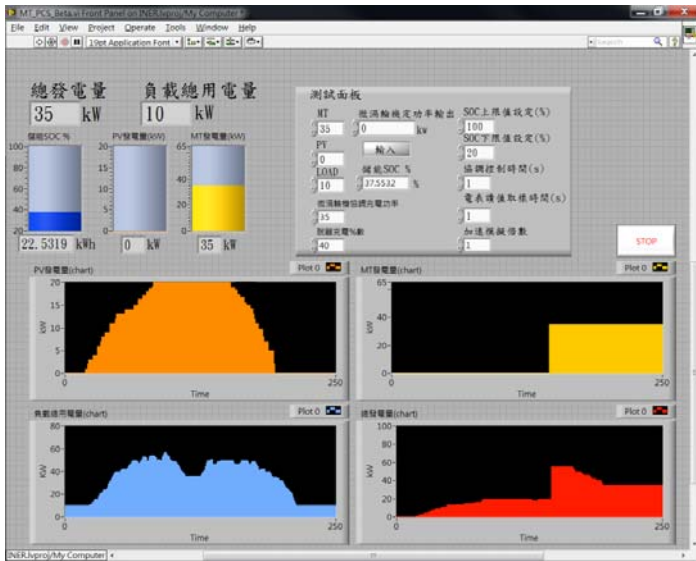


分項二：多區域儲能系統

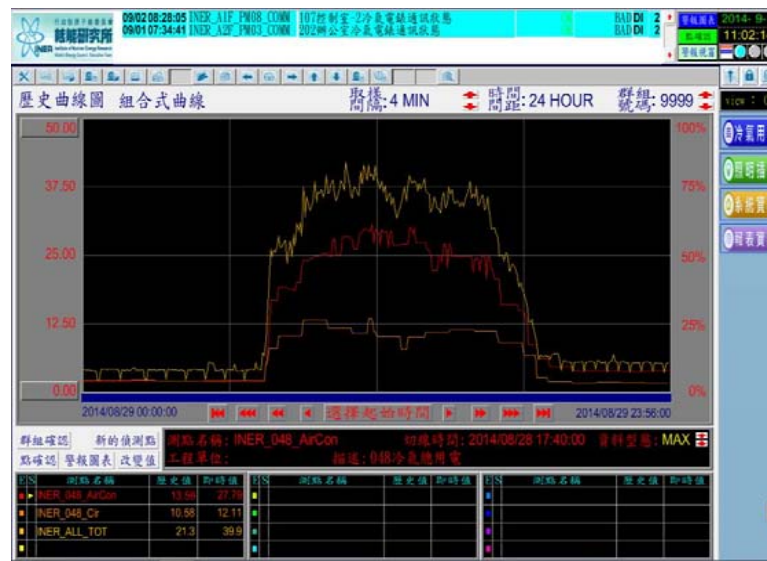
# 執行成果

## 分項一：微電網多區域系統工程整合

- 完成獨立型微電網運轉調控介面與程式開發，可考量儲能系統初始電量與容量大小、微渦輪機運轉功率、PV發電功率等內容，進行獨立型微電網運轉情境規劃。
- 完成核研所實際辦公館舍之需量反應建置，可透過遠端監控全館舍之冷氣、照明與插座電力，達到負載調控之需量反應功能，且具即時用電顯示與歷史資料查詢功能。
- 相關技術移轉大同公司執行「屏東縣林邊光采溼地微型電網示範園區建置案」200萬。



獨立型微電網運轉調控介面與程式開發



辦公館舍之需量反應建置



核研所實際辦公館舍

# 執行成果

## 分項一：微電網多區域系統工程整合

### ■ 技術移轉大同公司建置屏東縣林邊光采溼地微電網示範園區

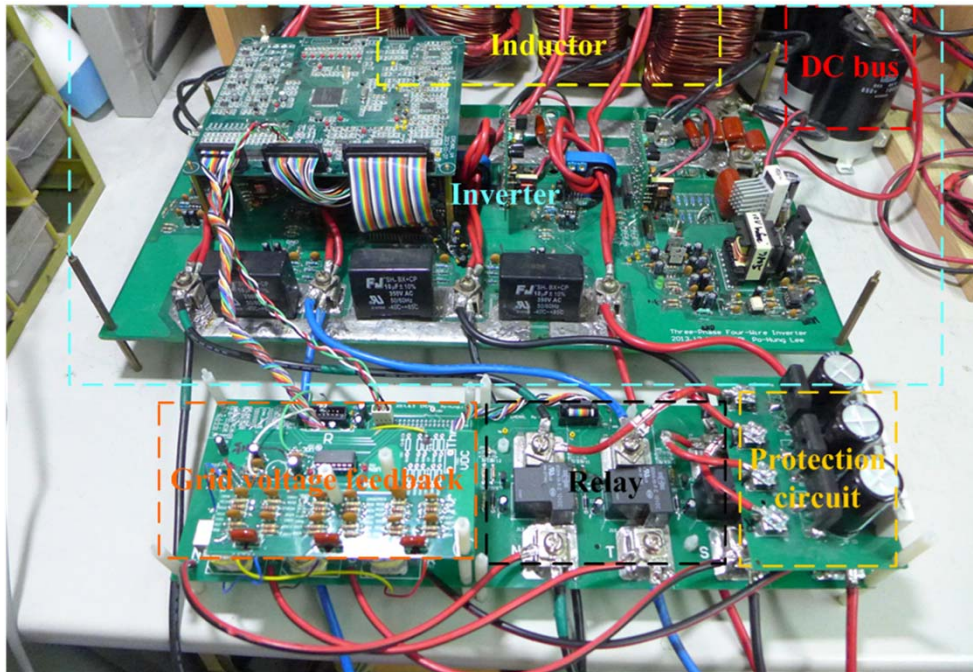
能源調度管理系統、再生能源發電預測、負載預測技術等



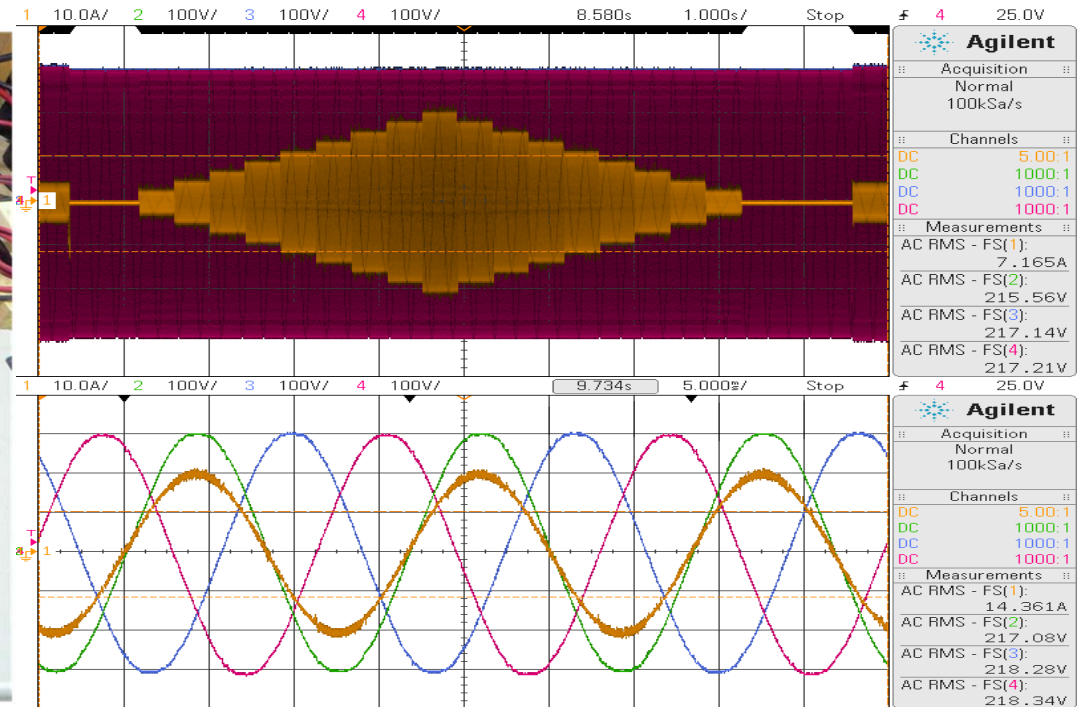
# 執行成果

## 分項二：微電網多區域儲能系統控制技術開發

- 開發微電網多區域儲能系統控制技術，完成50 kVA 三相四線式轉換器架構和轉換器之硬體製作與**Droop控制技術**，可同時具有**功率**與**電壓**補償功能。
- 技術移轉凱健電子 (60萬)。



50 kVA轉換器架構和轉換器之硬體製作

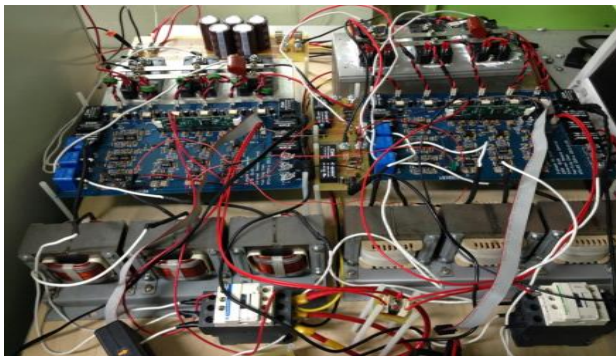
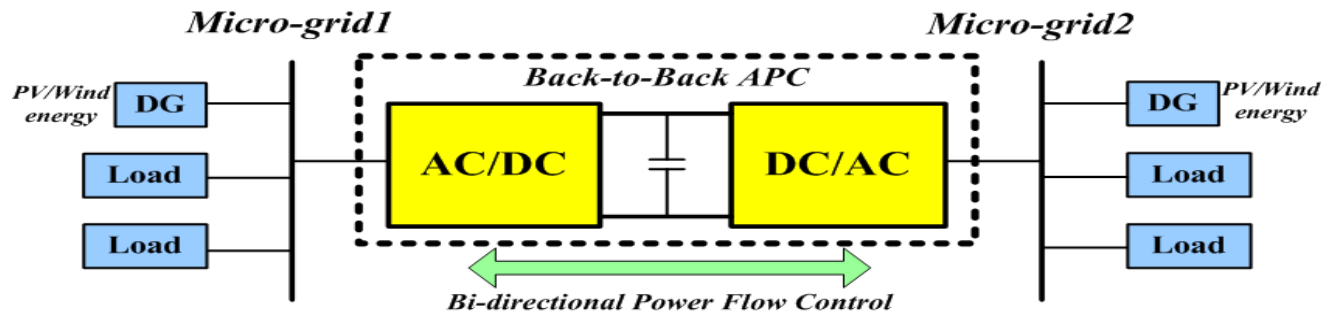


市電並聯模式下之電池放電9kW實測波形

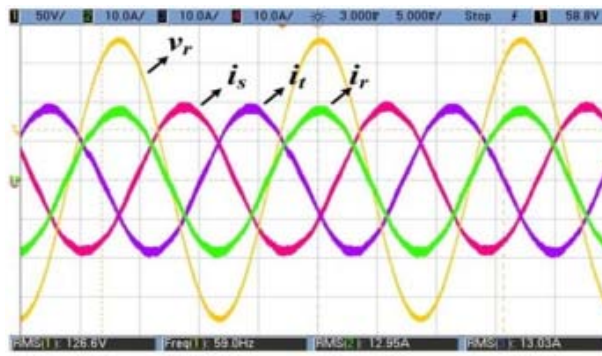
# 執行成果

## 分項三：微電網多區域間功率調節器控制技術開發

- 開發微電網區域間功率調節器控制技術，完成區域間功率電力調節器之雙向實虛功傳送測試，同時進行產業化50 kVA電力級硬體開發。
- 技術移轉利佳興業(250萬/5年)



電力調節器之硬體製作



a. 純實功率輸出波形(R相電流電壓同相位)  
電力調節器之實測波形

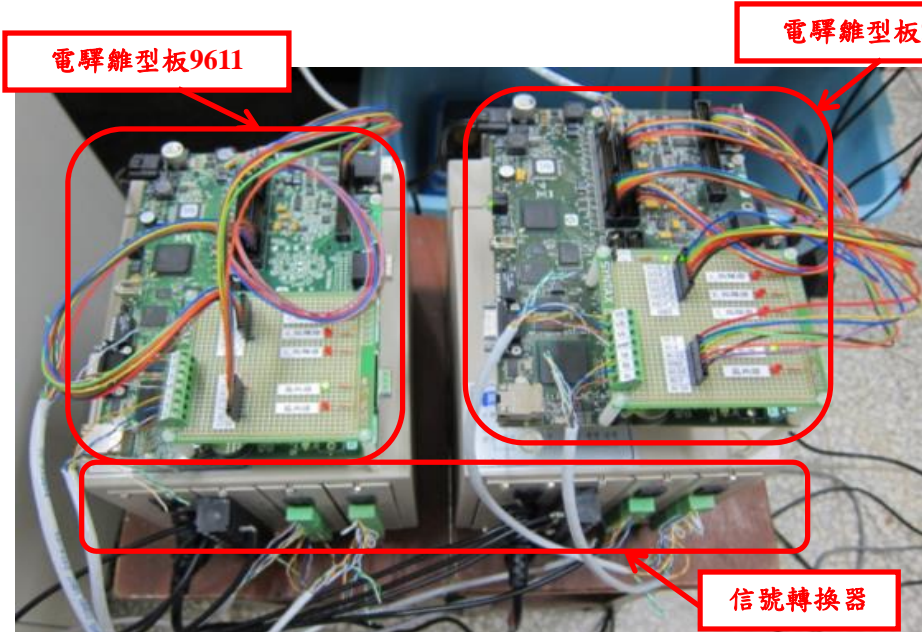


產業化50 kVA電力級硬體

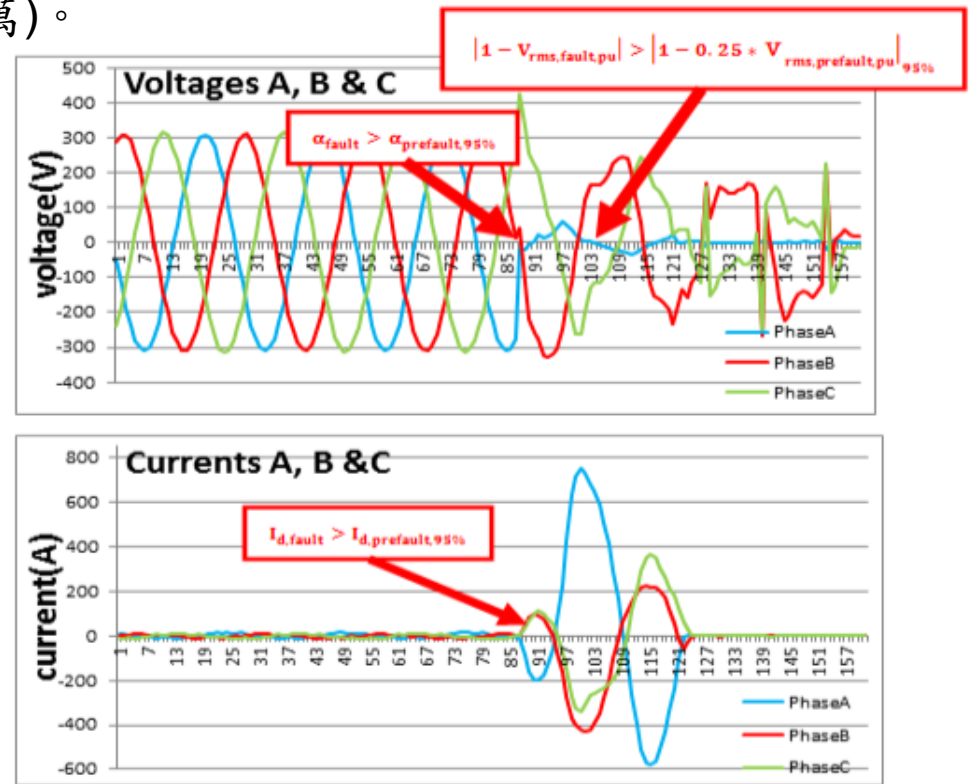
# 執行成果

## 分項四：多區域微電網保護系統發展

- 開發多區域微電網保護系統與電譯通訊，利用三點移動視窗與方向性電流電壓資訊，設計具自我學習及可擴充性之偵測指標判別演算法，規劃保護電驛故障偵測流程。
- 與健格科技洽談方向性電驛技術移轉中(30萬)。



保護電驛通訊試驗

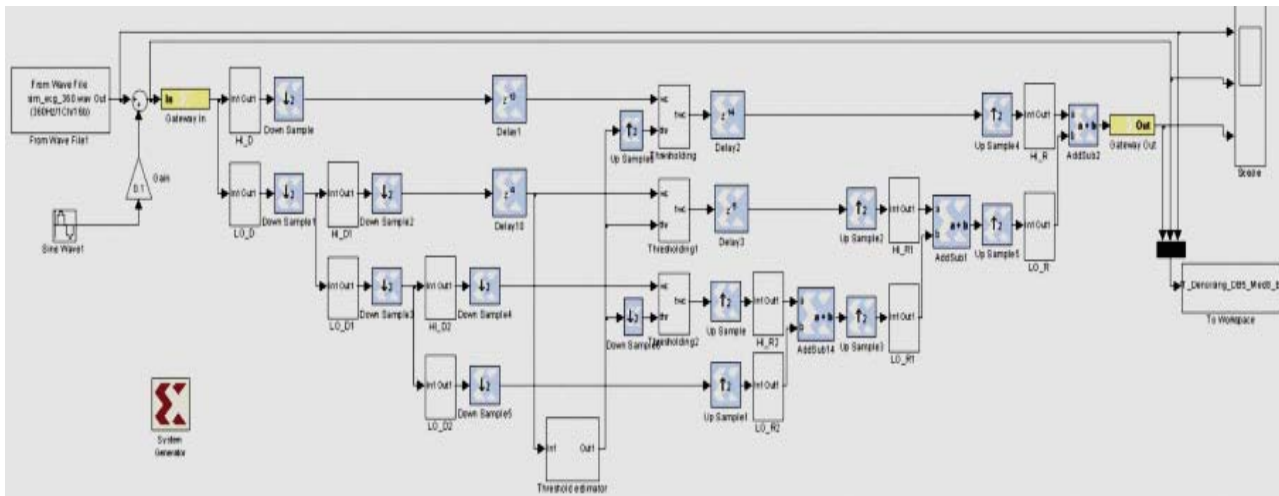


偵測指標判別設計

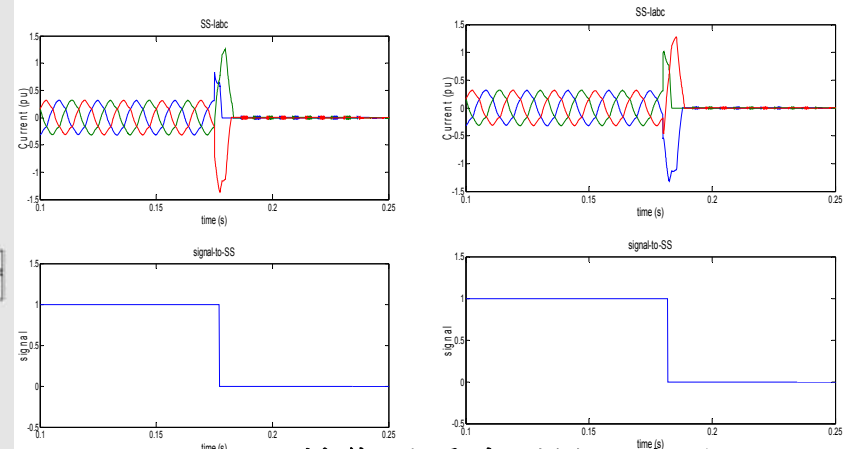
# 執行成果

## 分項五：微電網區域間靜態開關控制器實現

- 開發微電網區域間靜態開關控制器，完成具**小波多層解析**與**模糊推論**之模擬，進行FPGA IP Core開發，具有速度快、占用資源少及準確度高的特性。技術移轉七泰電子(26萬)

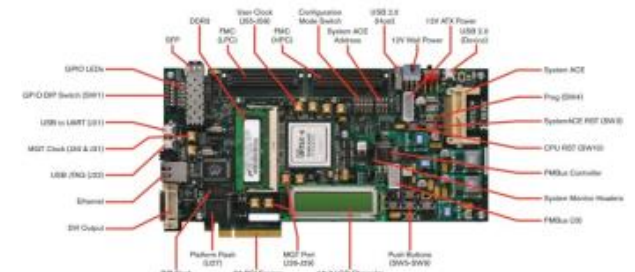


小波多層解析與模糊推論模擬



靜態開關偵測模擬波形

故障阻抗( $\Omega$ )	故障時間(s)	開關斷開時間(s)	判定時間(s)
1	0.175	0.1772	0.0022
1	0.18	0.182	0.002



FPGA(ML605)開發硬體平台



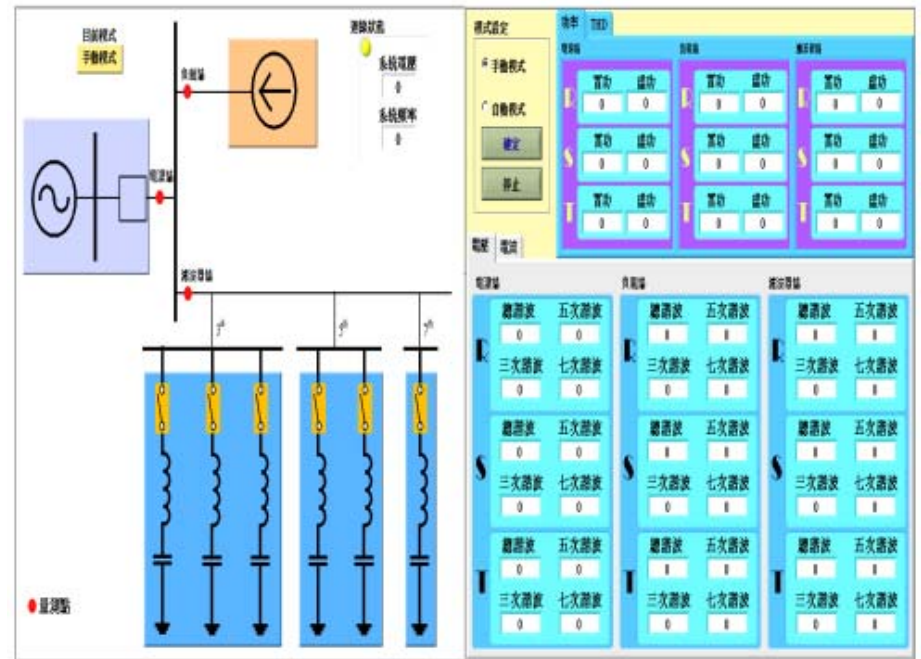
# 執行成果

## 分項六：微電網電力品質管控技術發展

- 建立微電網電力品質**動態**管控技術平台，建置電力濾波器以及濾波器控制程式，目標在獨立型微電網運轉下電力品質可符合**IEEE 519標準**。
- 技術移轉歐華科技(26萬)



被動式電力濾波器建置



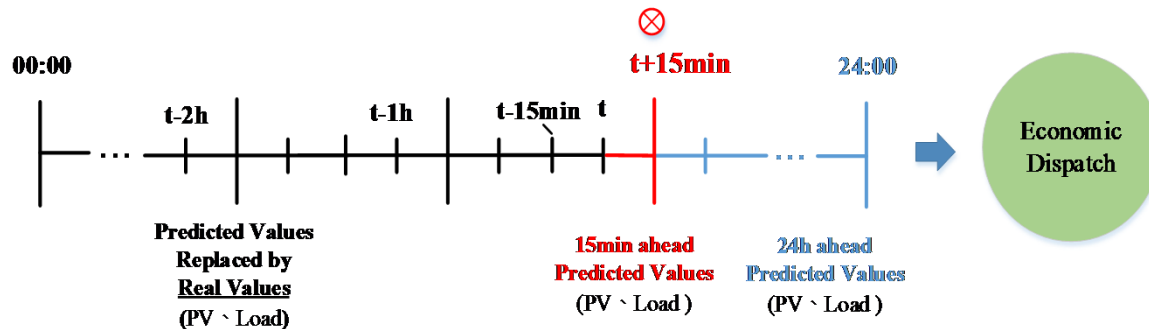
電力濾波器控制程式設計

# 執行成果

## 分項七：可擴充型微電網能源管理系統

- 利用特徵重新編碼與類神經、線性回歸與Kernel模組整合精進全日預測技術。
- 使用PSO演算法開發全日動態調度技術及短期動態調度設計。
- 技術移轉中興電工於2014/2/27日本國際智慧電網技術商展展出，獲得日商熱烈回響。(30萬)

	類神經網路法	線性回歸法	Kernel 法
PV 發電預測(NMBE%)	25.81%	25.37%	25.16%
負載預測-工作日(MAPE%)	15.83%	15.08%	14.32%
負載預測-非工作日(MAPE%)	17.88%	16.01%	14.65%



短期動態調度設計



2014年日本國際智慧電網技術商展

## 量化成果績效指標

績效指標		目標值	達成值
論文發表(篇數)		論文10篇	國外重要期刊(SCI)論文 2篇 國際研討會論文 4篇
博碩士培育(人數)		博士 4人 碩士12人	博士7人 碩士12人
專利獲得(件數)/申請數		申請2件	申請1件
技術移轉	件數	1件	2件
	簽約金 (千元)	-	2,300
	簽約金 (行政程序中)	-	(3,920)

促成產業參與，中興電工104~105年出資 20,000,000元 參與產學計畫

## 重要質化成果-經濟效益

- 1.促成與學界團體合作研究6件：與學界團體合作研究計畫共6件，金額總計9,780仟元。支持學術前瞻研究，並促成與產業團體之合作研究，形成上中下游技術產業之結合，開拓經濟效益。
- 2.技術移轉**2件**：(1)中興電工與本計畫團隊分項七台科大簽訂「顧問輔導服務契約」，服務費**30萬元**，合約內容包含：基本潮流解析與經濟調度架構程式、負載預測、再生能源預測、需量反應、經濟調度、各子項目整合與報告撰寫及其他注意事項之告知等服務。(2)本計畫開發之「具平滑微電網功率之能源管理控制策略技術」，應用於「**屏東縣林邊光采溼地微型電網示範園區**建置案」，已與大同公司技術移轉簽約。本案之技轉金額為**200萬元**(含授權金：100萬元，權利金：100萬元)。
- 3.促成與產業合作研究：
  - (1)本計畫在「具多區域智慧擴充與分裂功能之獨立型微電網」方面與中興電工公司合作，並共同申請104~105年NEPII產學合作計畫，其中規劃協助中興電工公司發展「微電網多區域監控平台與能源管理系統」與「併網/獨立供電型電力轉換器」。
  - (2)本計畫於執行期間與多家廠商簽訂合作意願書，分別進行「100kVA儲能模組開發」、「50kVA電力調節器開發」、「微電網數位保護系統」、「靜態開關之FPGA設計開發」、「建置獨立型微電網電力品質監控及管理平台介面」與「可擴充型微電網能源管理系統建置」，為未來潛在經濟成效奠定基礎。

## 重要質化成果-學術及技術

- 1.論文：本計畫至9月底為止，完成國外SCI期刊論文2篇和國外研討會論文4篇，共計6篇。茲將SCI論文名稱分述如下：(1)「Fault Detection and Location by Static Switch in Microgrid Using Wavelet Transform and ANFIS」已刊登於energies。(2)「A D- $\Sigma$  Digital Control for Three-Phase Inverter to Achieve Active and Reactive Power Injection」已刊登於IEEE Transactions on Industrial Electronics。
- 2.學術活動：本計畫接受US DOE LBNL Chris Marnay邀請出席「[2014 Symposium on Microgrids](#)」會議**擔任講者**，簡報核研所在微電網領域之研究成果。
- 3.專利：本計畫至9月底為止，申請中華民國專利1件，專利名稱為「可允許電感值變化之換流器負載阻抗估測控制方法」。(分項二)本技術特點為開發之市電狀態偵測法，除採用傳統電壓、頻率變化偵測法外，並加入新型的參考弦波比較法，利用儲能系統換流器產生的參考弦波，每周期更新一次相位，同時對實際市電電壓進行感測，將以上2個弦波即時持續進行相減，相減誤差量過大時即視為市電異常，立刻告知靜態開關進行跳脫，能更快速地偵測出問題，使微電網與市電脫離而不受到影響。此技術已提出中華民國專利申請。

## 與相關計畫配合情形(含產業界投入、跨部會合作情形)

- 1.本計畫協助大同公司針對「屏東縣林邊光采溼地微型電網示範園區建置案」進行投標，並於103/7/22得標，大同公司已與本計畫進行能源管理程式之技術移轉。
- 2.本計畫配合103/6/6由智慧電網主軸計畫召集人林法正教授主持於本所召開之澎湖智慧電網示範計畫工作討論會議，針對澎湖七美島微電網建置與分工進行討論，並決議本所全力發展智慧型能源管理系統(iEMS)，並對廠商進行技術移轉。
- 3.本計畫協助中興電工規劃新加坡屋敏島微電網相關建置計畫。
- 4.與中興電工進行產學研究合作計畫，已完成104~105年能源國家型科技計畫計畫書申請作業。中興電工於智慧微電網、電力自動化系統、無電通訊、電工產品、與燃料電池系統等之相關技術、實務經驗與整合能力皆有助於本計畫的推動，並可落實系統整合廠商進入微電網相關領域，爭取國內或國際上之微電網建置實績，以帶動相關產業發展。

報告完畢

恭請指導