

嘉義大學綠色能源系統



新暉科技有限公司
Shine Well Technology, Co., LTD.
<http://www.shine-well.com/>

綠色智慧電力 一目錄

- 綠色智慧電力系統構想
- 運作機制
- 系統架購
- 教學研究平台
- 系統效益成果
- 學生實習單元
- 未來貢獻

綠色智慧電力 一系統構想

- **綠色智慧電力系統構想**

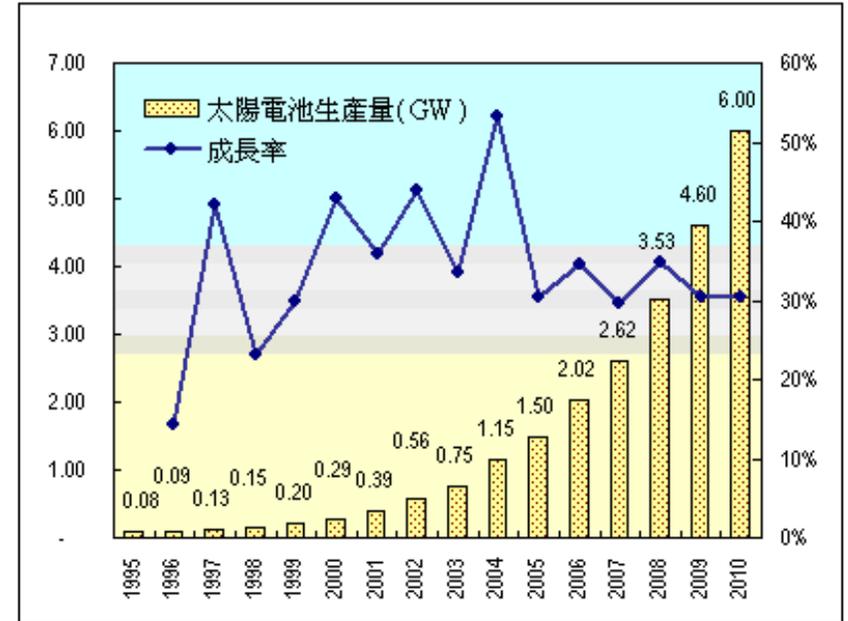
- 目前住宅的電力來源，全來自電力公司提供。電力公司為穩定提供全台各住宅用戶穩定的電力品質，需於尖峰用電時刻加載發電；離峰時刻則須降載發電，以確保有效管理電力能源。但是在目前節能減碳的推廣下，綠色電力-水力發電、太陽能發電、風力發電、地熱發電...等發展成相當成熟的技術，將可提供住宅用戶整合至民生用電中，進而獲得最佳的經濟效益。
- 本系統綠色智慧電力系統將整合太陽能發電機、水平與垂直風力發電機、交流發電機、直流發電機與電力管理。建構成一套民生用綠色電力智慧系統。

太陽能發電系統的重要性

ExxonMobil

- 根據艾克森美孚公司(Exxon Mobil Corporation)所發佈的新版《2030年能源展望報告》顯示。隨著全球人口成長和經濟發展，即便能效大幅提高，2030年的能源需求較2005年也將**成長35%**左右。天然氣將成為僅次於石油的**第二大能源**。[1]

全球太陽能電池生產量，將持續高速成長



風力發電系統的展望



- 根據國際能源署(IEA, International Energy Agency), 「2010年世界能源展望(WEO 2010, World Energy Outlook 2010)」全球發電量在現行政策情境下, 再生能源發電量成長率(3.2%)超過全球總發電量成長率(2.4%), 其中, 風力發電由於技術純熟且受世界各國普遍立法獎勵推廣下, 未來將成為次於水力發電之主要再生能源(表1)。[2]



太陽能與風力 未來成長率

表1 全球再生能源發電量預測[2]

	1990	2008	2020	2035	2035 占比	2008-2035 成長率
總發電量	11,821	20,183	28,032	38,423	100	2.4
非再生能源	9,504	16,411	21,942	29,550	77	2.2
-煤	4,427	8,273	11,789	16,455	43	2.6
-石油	1,338	1,104	736	606	2	-2.2
-天然氣	1,726	4,303	5,907	8,342	22	2.5
-核能	2,013	2,731	3,510	4,147	11	1.6
再生能源	2,318	3,773	6,089	8,874	23	3.2
-水力	2,145	3,208	4,238	5,110	13	1.7
-生質能	131	267	493	1,052	3	5.2
-風力	4	219	1,080	1,936	5	8.4
-地熱能	36	65	120	200	1	4.3
-太陽能	1	13	156	537	1	14.8
-海洋能	1	1	2	39	0	17.1

單位：10億度；%

風力機組發電 容量



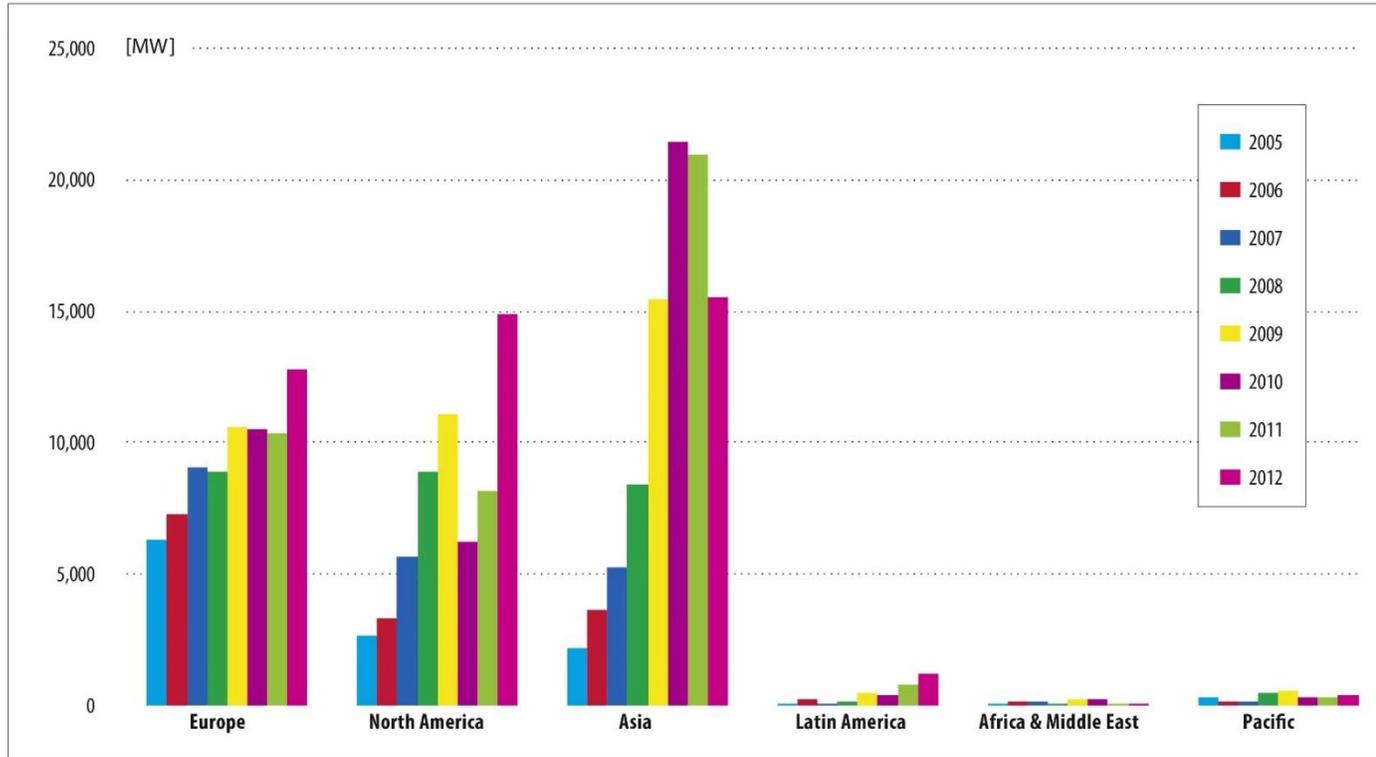
- 全球風能協會(GWEC, Global Wind Energy Council)於2011年3月最新發表之「2010年全球風力年報(Global Wind 2010 Report)」，全球風力機組裝置容量將由1996年的6.1GW(百萬瓩)增加至2010年的194.4GW，年成長率約28.1%
- 推估至2015年止，全球風力機組累計裝置容量將上看448.4GW，約較2010年增加131%，年成長率達18.2%

國名	2010年			2009年		
	裝置容量 (MW 千瓩)	排名	占比 (%)	裝置容量 (MW 千瓩)	排名	占比 (%)
全世界	194,390		100	158,738		100
中國大陸	42,287	1	21.8	25,805	2	16.3
美國	40,180	2	20.7	35,086	1	22.1
德國	27,214	3	14.0	25,777	3	16.3
西班牙	20,676	4	10.6	19,160	4	12.1
印度	13,065	5	6.7	10,926	5	6.9
義大利	5,797	6	3.0	4,849	6	3.1
法國	5,660	7	2.9	4,574	7	2.9
英國	5,204	8	2.7	4,245	8	2.7
加拿大	4,009	9	2.1	3,319	11	2.1
丹麥	3,752	10	1.9	3,465	9	2.2
日本	2,304	12	1.2	2,085	13	1.3
台灣	519	24	0.3	436	24	0.3
南韓	379	27	0.2	348	26	0.2
前10名共計	167,844		86.3	137,244		86.5
前10名以外	26,546		13.7	21,494		13.5

*以上數據引來自GWEC, Global Wind Energy Council [3]

各國家地區1996年至2012年的風機裝機量

Annual Installed Capacity by Region 2005-2012

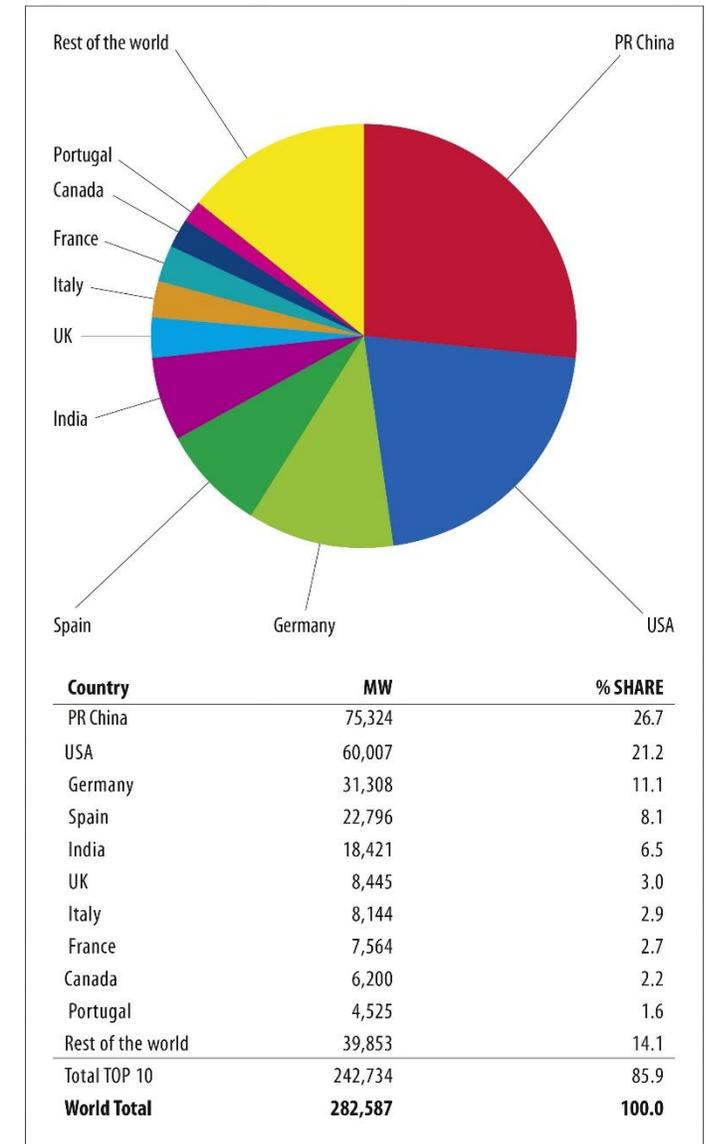


Source: GWEC

*以上數據引|來自GWEC, Global Wind Energy Council [3]

2012年十大風機裝機量國家

Top 10 Cumulative Capacity (December 2012)



Source: GWEC

台灣尖峰與離峰 用電電價資訊



台灣電力公司

	時段		單位	夏月	非夏月	
				(6/1~9/30)	(夏月以外)	
流動電費	週一至週五	尖峰時刻	7:30~22:30	每度	3.62	3.53
		離峰時刻	00:00~7:30 10:30~24:00	每度	1.80	1.71
	週六	半尖峰時刻	7:30~22:30	每度	2.65	2.56
		離峰時刻	00:00~7:30 10:30~24:00	每度	1.80	1.71
	週日	離峰時刻	全日	每度	1.80	1.71

- 以上資料參考台灣電力公司公告電價標準[4]

• 中央氣象局1981-2010各地區平均日照時間表[5]

地名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計	每日平均
淡水	80.8	70.8	85.8	98.4	134.1	147.2	216.8	212.5	167.0	134.7	103.7	89.5	1541.3	4.22
鞍部	60.5	57.8	76.7	71.3	85.0	81.6	129.7	124.1	87.5	59.5	50.9	50.4	935.0	2.56
臺北	80.6	71.3	89.6	92.6	113.7	121.7	179.0	188.9	153.7	124.0	99.4	90.7	1405.2	3.85
基隆	56.7	52.1	73.7	84.1	106.1	127.4	213.9	203.6	142.2	93.0	68.9	55.0	1276.7	3.50
花蓮	70.2	64.5	82.4	92.6	119.5	162.7	246.5	224.3	152.0	120.8	90.5	77.9	1503.9	4.12
蘇澳	64.7	62.1	85.1	90.9	117.2	160.0	246.7	226.4	151.3	93.8	71.0	64.0	1433.2	3.93
宜蘭	69.7	64.2	87.1	92.2	115.4	144.4	224.2	212.1	146.0	96.5	73.9	69.9	1395.6	3.82
東吉島	122.6	103.7	146.3	167.5	202.4	211.0	270.0	240.3	223.8	211.3	152.9	129.7	2181.5	5.98
澎湖	111.5	94.7	125.2	148.8	179.3	200.4	264.8	240.4	213.8	189.9	139.1	123.3	2031.2	5.56
高雄	174.7	165.8	187.0	189.1	198.5	199.9	221.4	193.7	175.7	182.4	162.2	161.8	2212.2	6.06
嘉義	165.1	134.2	151.3	150.4	172.6	181.0	214.2	192.5	181.2	189.7	163.6	170.9	2066.7	5.66
臺中	176.6	140.6	149.9	137.8	158.7	160.1	199.6	178.7	175.8	203.7	179.4	182.3	2043.2	5.60
新竹	105.3	92.5	97.4	105.2	149.5	177.0	236.6	210.2	196.0	191.1	151.9	138.1	1850.8	5.07
恆春	168.0	165.1	199.7	192.6	193.9	183.6	221.0	195.5	177.2	198.1	177.7	161.4	2233.8	6.12
蘭嶼	80.8	78.8	106.0	113.0	136.5	140.8	196.2	171.6	143.7	134.1	94.7	77.6	1473.8	4.04
臺東	95.8	83.6	104.2	115.0	143.4	188.7	245.1	219.4	160.6	150.4	119.1	102.5	1727.8	4.73

地區	每日發電時間
基隆市	2.38
大台北地區	2.61
桃園縣	2.72
新竹縣	2.69
苗栗縣	2.96
宜蘭縣	2.6
連江縣	2.5
台中市	3.5
彰化縣	3.65
雲林縣	3.51
南投縣	3.28
嘉義縣	3.45
花蓮縣	2.38
金門縣	3.61
澎湖縣	3.59
台南市	3.68
高雄市	3.56
屏東縣	3.02
台東縣	2.92

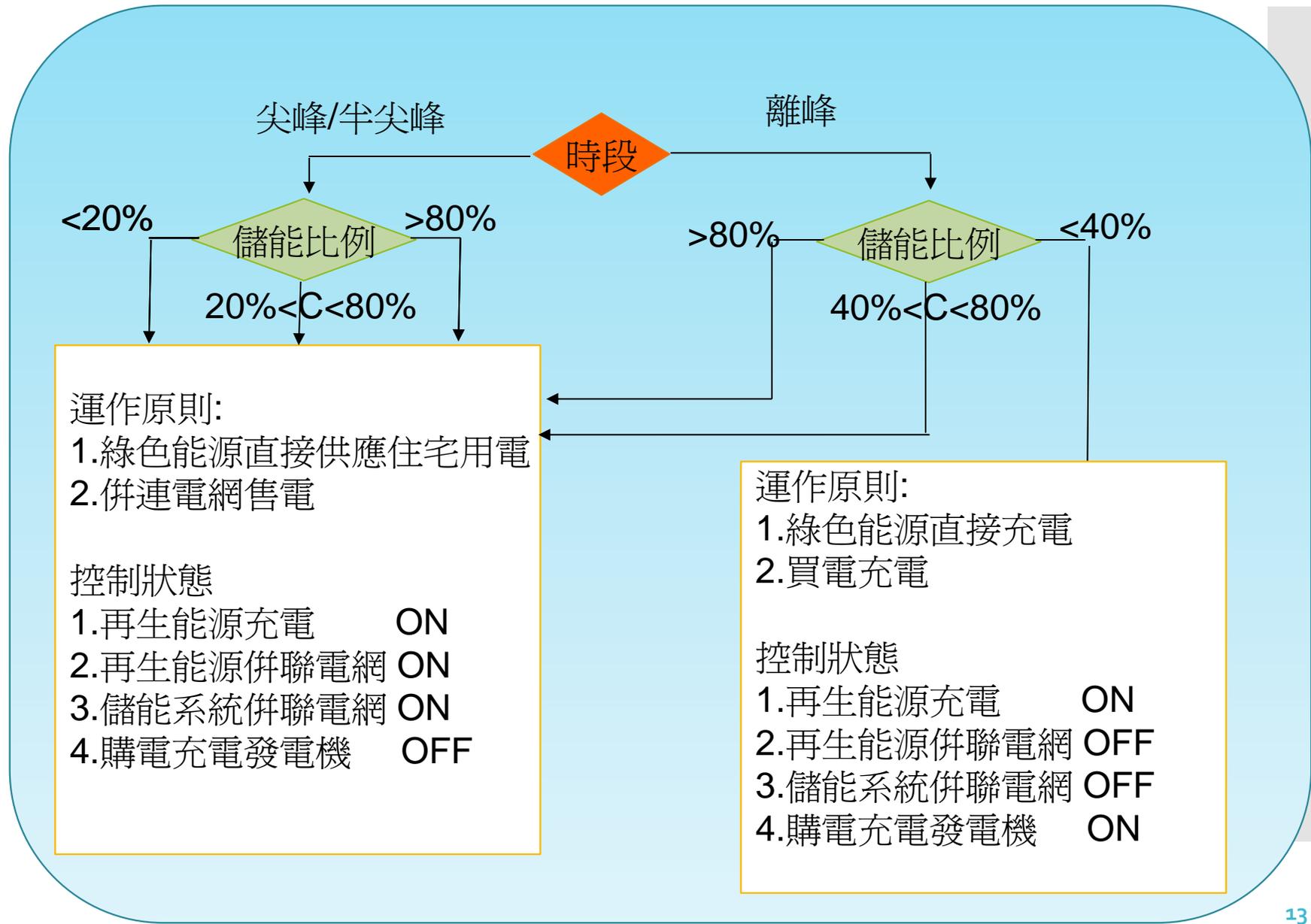
- 經濟部能源局陽光屋頂百萬座計畫推動辦公室提供
- 台灣各地區每日平均發電時間表[6]

綠色能源系統 —運作機制

- 綠色智慧電力系統運作機制

- 機制1: 異質的綠色發電直接供應住宅用電，剩餘的電力則儲存於儲能模組。
- 機制2: 如果自有發電端不足以供給負載需求，則由儲能模組供電。
- 機制3: 儲能模組無法足額供電時，由電力網路購電。
- 機制4: 離峰時間由電力網路購電，儲存於儲能模組。
- 機制5: 尖峰時間將電力回售給電力網路。

綠色能源系統 —運作機制

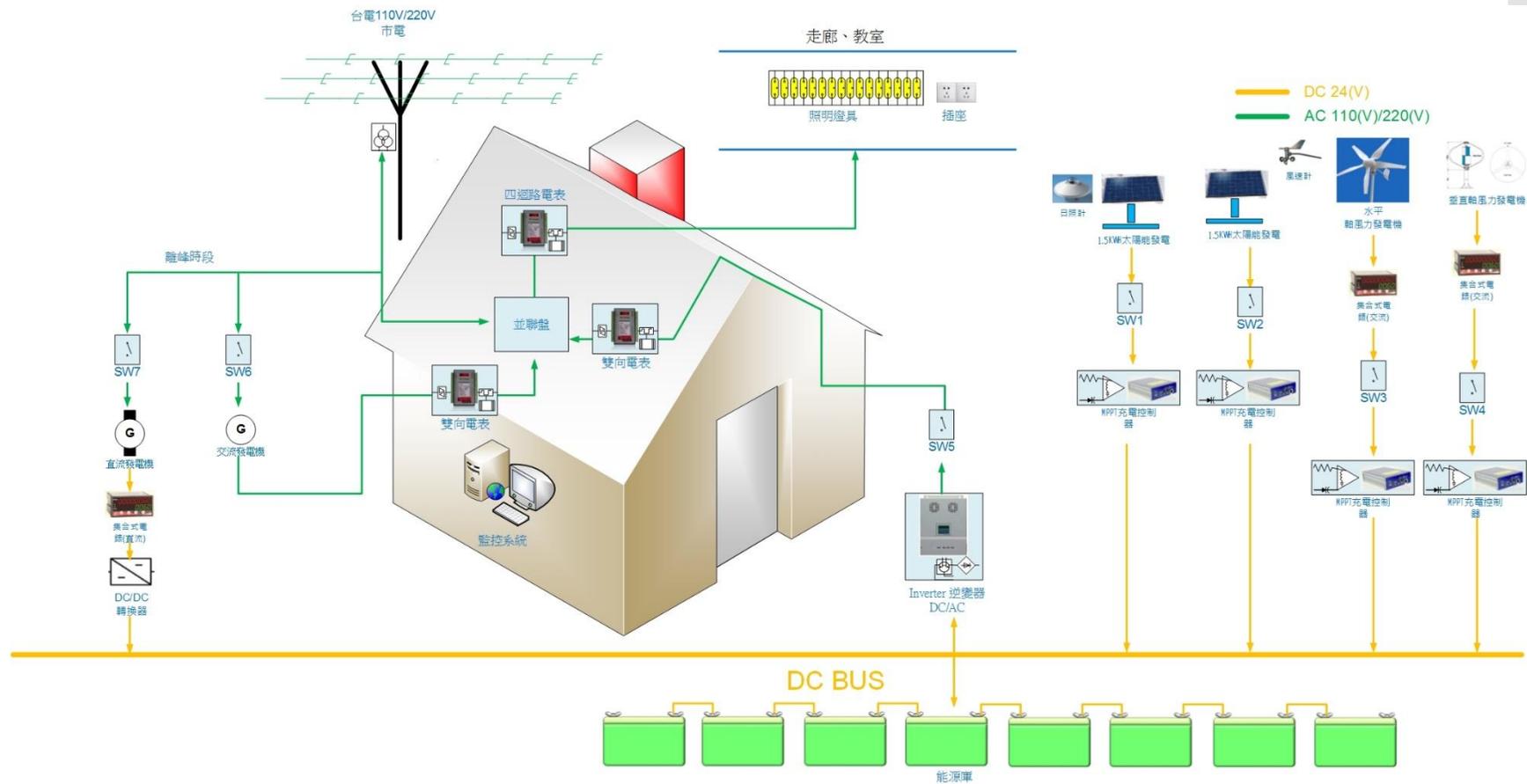


綠色能源系統 —研究設備的 建構

- 系統說明

- 綠色能源系統的電力輸出取自二種以上的再生能源，結合再生能源與傳統能源。通常採用太陽能電池與風力發電做為綠色能源端，柴油發電機與燃料電池做為可控制的能源，蓄電池做為能量儲存單元。規劃出一的綠色智慧電力系統架構。
- 該系統主要有追日型太陽能電池、垂直與水平風力發電機、儲能用深放電動力電池、國產的智慧電表、電源管理系統，做為負載的示範用照明節能系統，可接受第一項電力源的介面模組。

綠色能源系統 一系統架構

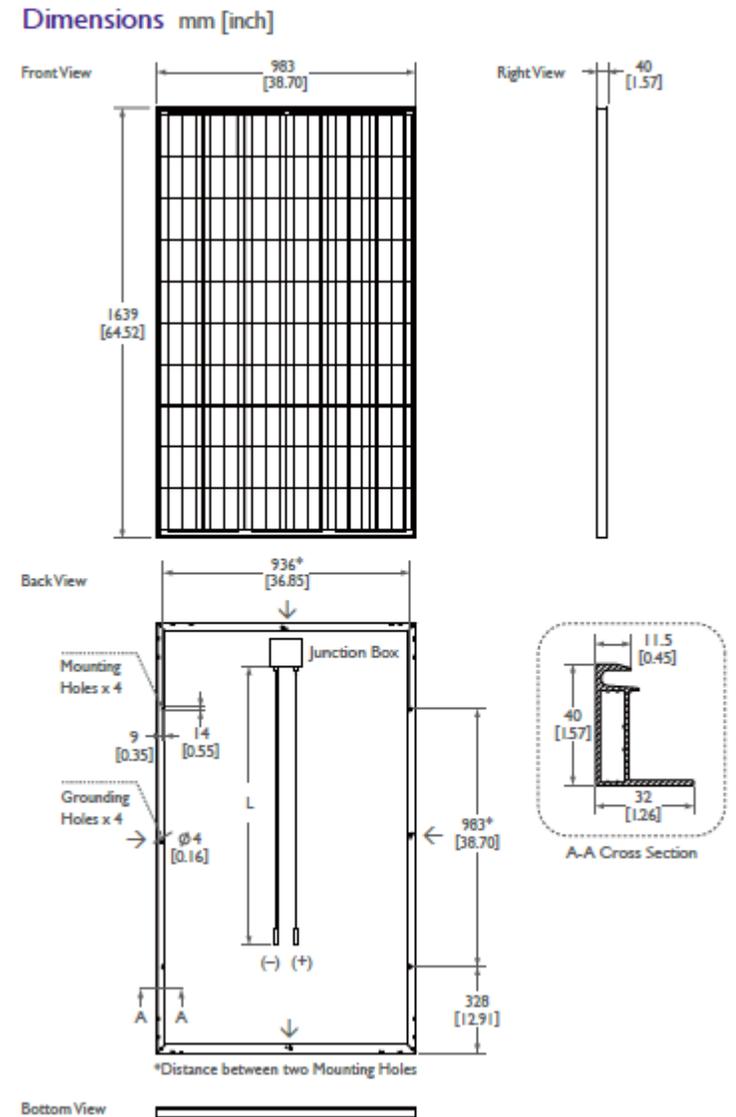


綠色能源系統 —設備規格

- 各項發電系發電容量:
 - 照明系統需求容量:1kW
 - 能源庫(深循環鉛酸電池)容量:10kW
 - 追日型太陽能發電系統:3kW
 - 垂直式風力發電系統: 300W
 - 水平式風力發電系統: 400W
 - 交流式發電機:750W
 - 直流式發電機:375W

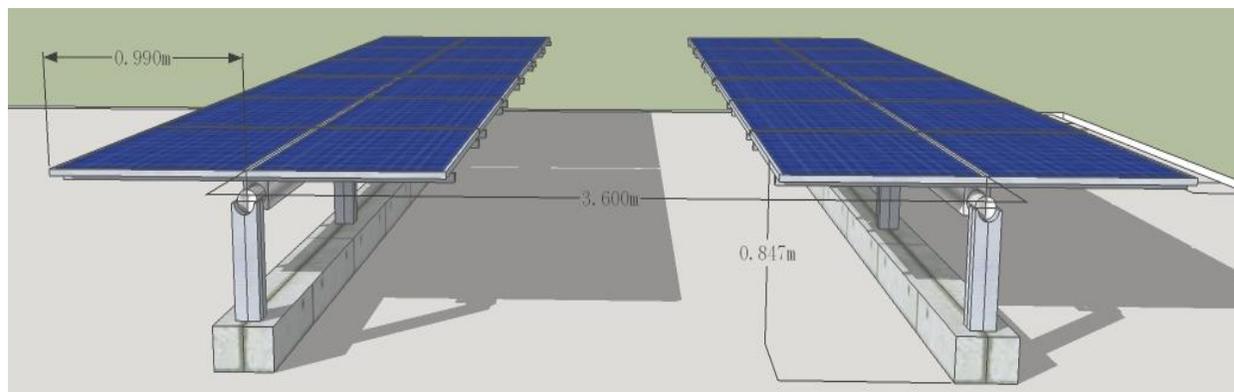
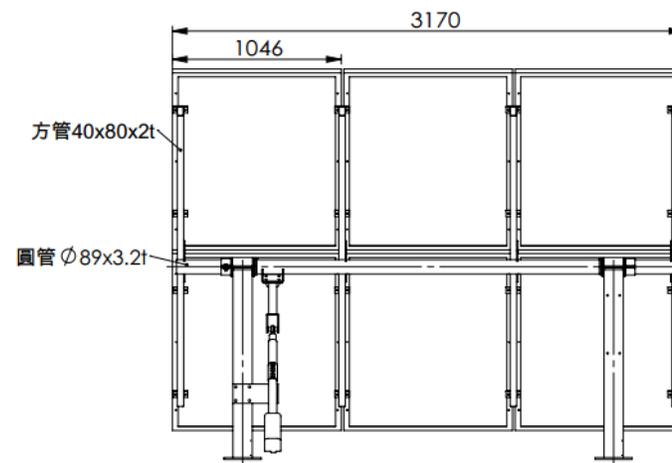
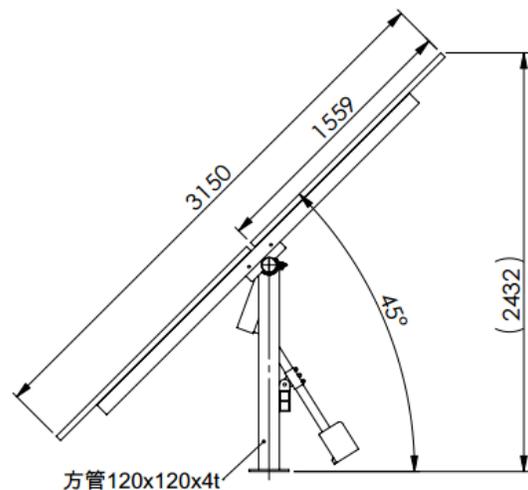
綠色能源系統 一追日型太陽 能發電系統

- 太陽能發電系統:3kW
 - 單片太陽能面板容量250 W
 - 一共由2串6並所組成， $250W \times 2 \times 6 = 3kW$ 。
 - 體積(L x W x H)=1639 x 983 x 40 mm (64.53 x 38.70 x 1.57 in)
 - 重量=18.5 kg (40.79 lbs)
 - Typ. Nominal Voltage $V_{mp} = 30.6(V)$
 - Typ. Open Circuit Voltage $V_{OC} = 37.4(V)$
 - Typ. Nominal Current $I_{mp} = 8.17(A)$
 - Typ. Short Circuit Current $I_{SC} = 8.69(A)$



綠色能源系統 一追日型太陽 能發電系統

- 太陽能發電系統單軸控制器:



Pitch=3.600m
Height=0.847m
width=0.990m

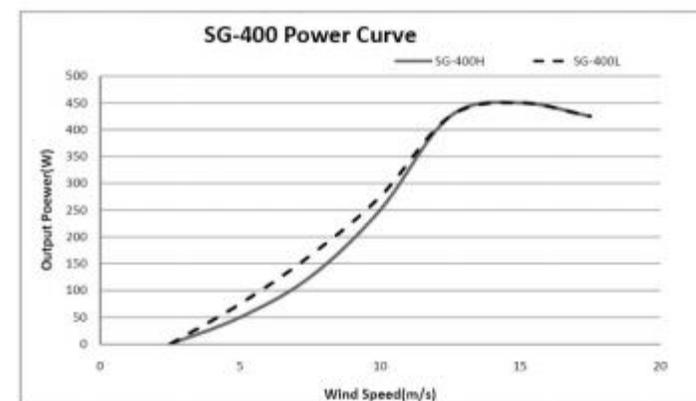
- 3kW單軸追日型太陽能面板實體

綠色能源系統 — 追日型太陽 能發電系統



綠色能源系統 — 垂直式風力 發電系統

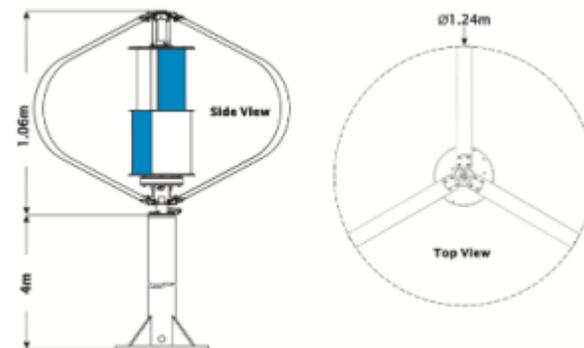
- 300W垂直式風力發電系統
 - 旋翼直徑：1.55米
 - 重量：18公斤
 - 啟動風速：2.0米/秒
 - 切割風速：2.5米/秒
 - 額定風速：12m/s的
 - 額定功率：400W
 - 額定電壓：DC 12V/24V
 - 額定轉速：750轉
 - 千瓦小時/月：54kWh/Mmont
 - 小時（每月平均風速5.5米/秒）
 - 最大風速：50M/秒



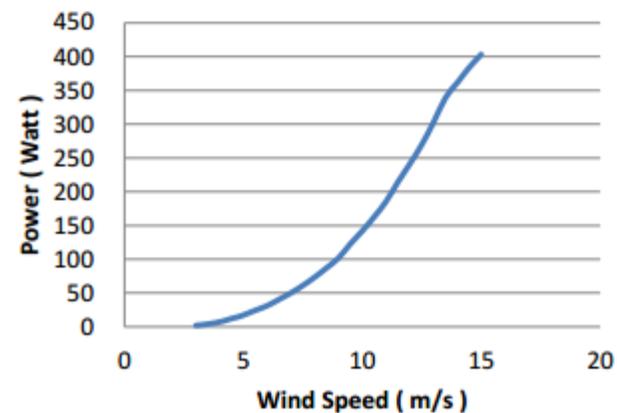
綠色能源系統 — 水平式風力發電系統

• 400W水平式風力發電系統

- 額定功率300W
- 額定輸出300W
- 額定轉速835轉
- 切入風速3米/秒
- 切出風速15.5米/秒
- 生存風速60米/秒
- 風速13.5米/秒
- 轉子直徑1.24米
- 轉子高度1.06米
- 塔高度4.00米
- 總高度5.06米
- 渦輪重量25.5公斤
- 環境溫度-10~40°C
- 環境濕度95%(Max)



DS-300 Power Curve



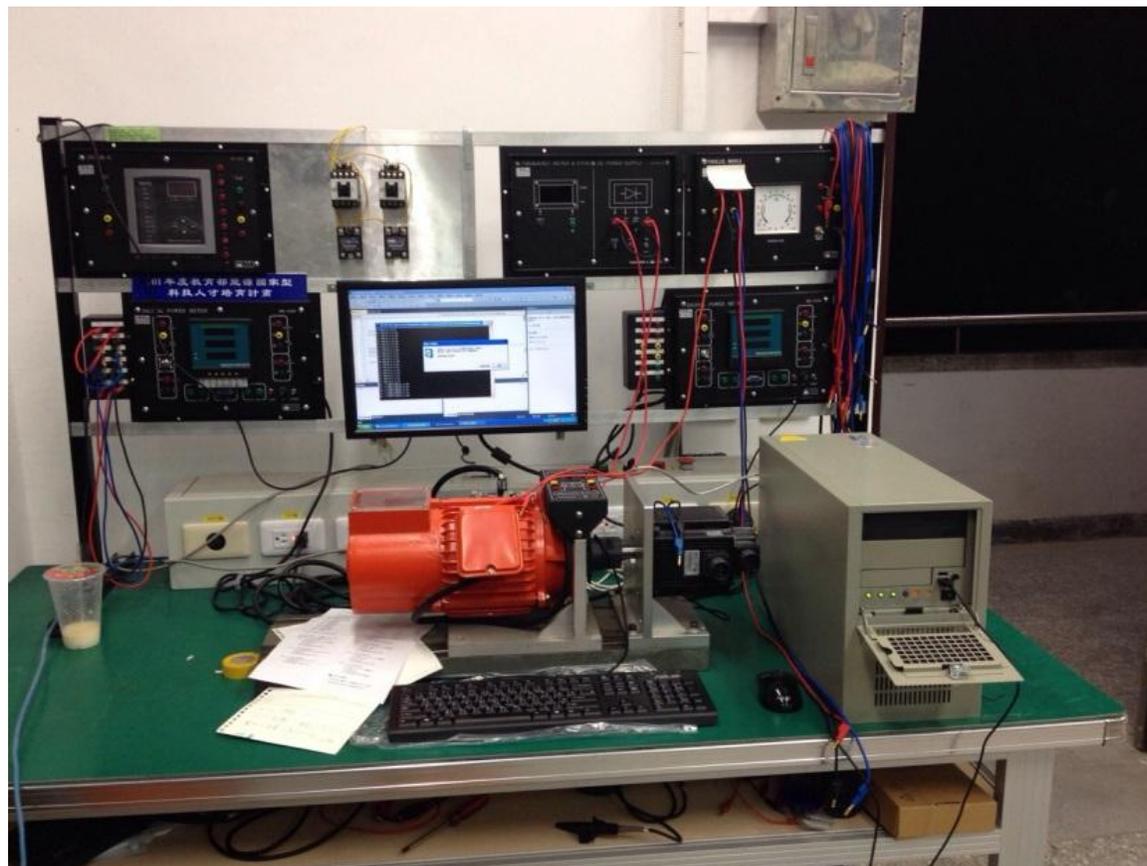
綠色能源系統 — 風力發電系統

- 水平軸、垂直軸風力發電系統實體



綠色能源系統 — 交/直流發電機系統

- 交/直流發電機系統(模擬地熱、潮汐發電)系統實體



綠色能源系統 —教學研究平 台

- 教學研究平台架構中，雙向電力管理系統職司與電力網路的購電或售電。在離峰時間或是綠色電力端輸出不足時由電力網路購電，或將電力儲存，或直接供應負載；儲存的電力可於尖峰時間售於電力網路，以創造最大經濟利益。太陽能電池單元採用MPPT(maximum power point tracking)技術操控，在系統正常操作狀況下能有最大的輸出功率。
- 同時評估垂直與水平式風力發電機，評估內容包含裝置成本、環境親和度、操作便利性、與運轉成本。架構中的照明節能系統建置於教室外部。
- 藉此負載系統，得以模擬各種操作條件，而又不影響既有負載裝置的運作。電源管理系統控制系統的電力潮流，監控電力品質，進行發電端、儲能端、與用戶端的電力調度，根據時段電費費率進行購電或售電。為達到最低成本或是最大經濟利益，需開發多目標最佳化技術，以決定不同的工作條件下的電力調度法則。

綠色能源系統 —教學研究平 台

- 綠色智慧電力系統得以進行電力端、儲能端、負載端、與電力網路端的電力調度管理。
- 本系統一共分為五大部分:
 1. 綠色能源並聯市電盤
 2. 垂直軸風機教學平台
 3. 水平軸風機教學平台
 4. 追日行太陽光電系統A教學平台
 5. 追日行太陽光電系統B教學平台



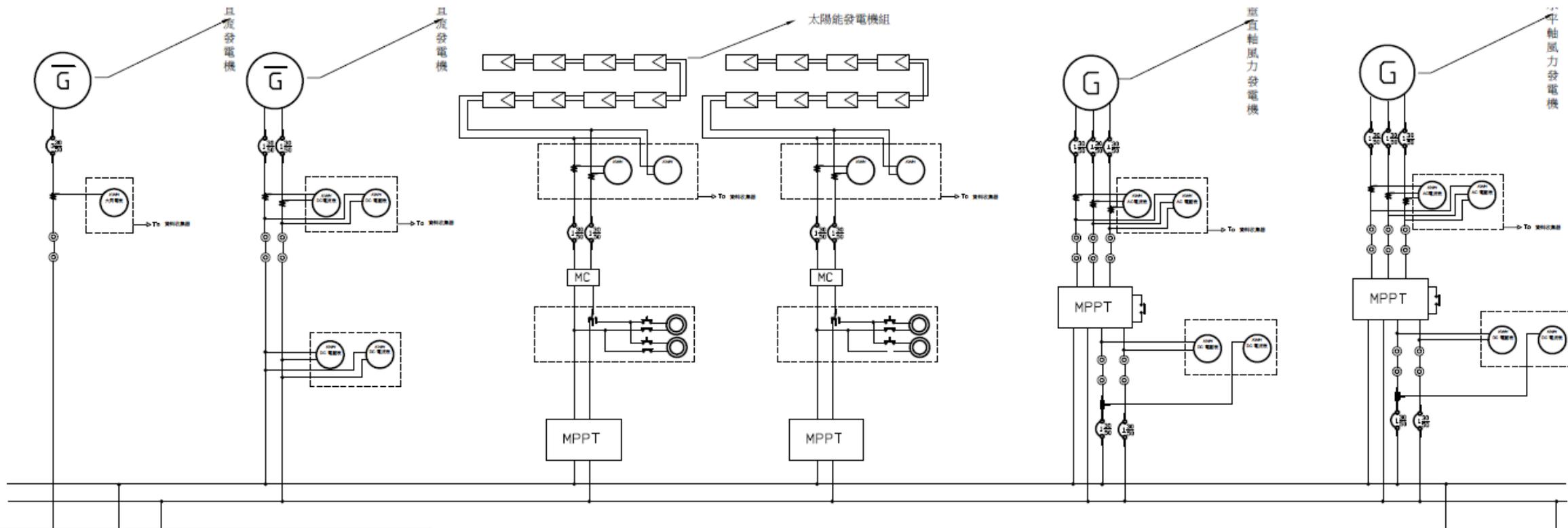
綠色能源系統 — 實驗單元

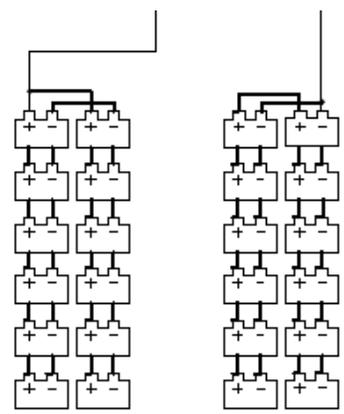
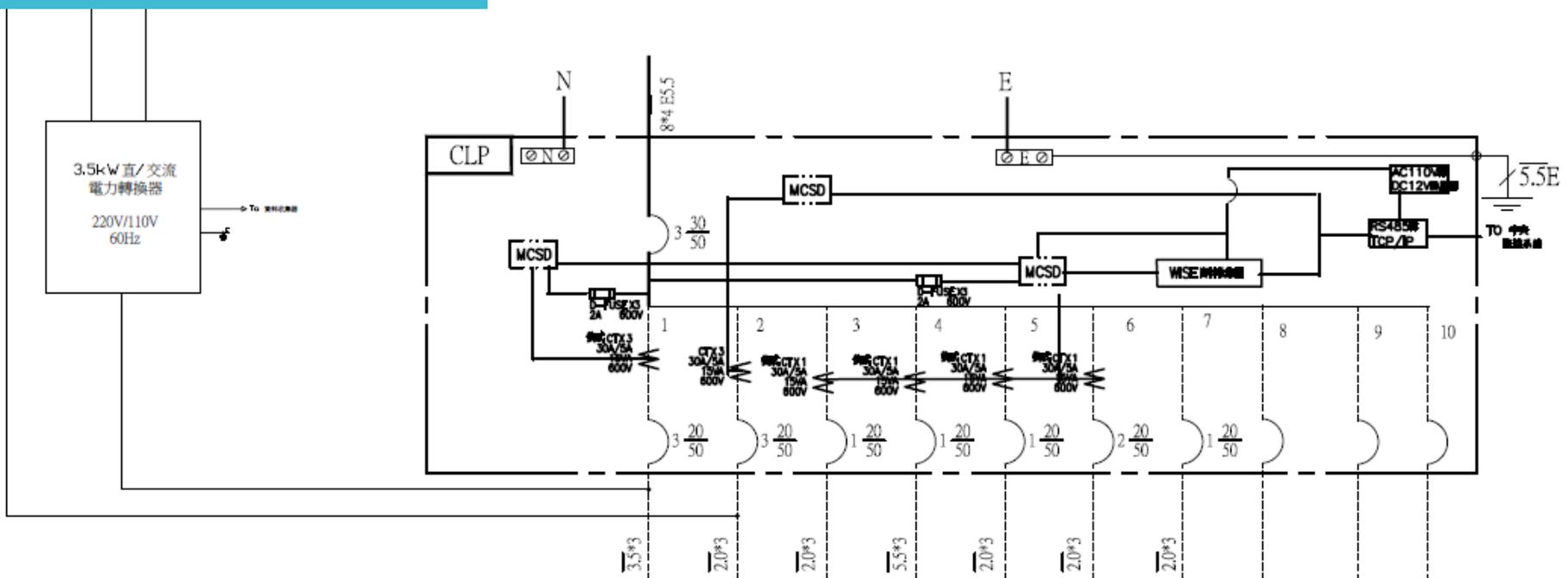
- 單元1—

- 目的:學習了解混合型系統(Hybrid System)系統及軟硬體架構(System Configuration)

- 術語:

- 混合型系統(Hybrid System):由多種電源所組成的發電設備。這些電源可能包含光電、風力發電機、水力發電機、引擎驅動發電機及提他電源，彈不包含發電既配網路。能源儲存子設備，如蓄電池，不夠成本定義所指之電源。
- 太陽能電池(Solar Cell):暴露於陽光時產生電器之基本太陽能光電元件。
- 風力發電機(Wind Turbine):主要是藉著空氣流動轉動葉片以擷取風的動能，進而轉換成有用的機械能或電能。葉片轉子受風的風力而轉動，係源於氣動力的作用（包括升力及阻力），對葉片產生轉動扭矩。
- 水力發電機:的基本原理是利用水位落差,配合水輪發電機產生電力，也就是利用水的位能轉為水輪的機械能，再以機械能推動發電機，而得到電力。





12Vx6並x2串

負載編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
負載名稱	蓄能變流器並聯點	交流變電並聯點	一樓走廊照明	二樓走廊照明	改善後教室燈	改善前教室燈	SP	SP	SP	SP	
負載內容	2KVA	1KVA	1KVA	0.6KVA	0.6KVA	2KVA	2KVA	0KVA	0KVA	0KVA	9.2KVA
電流	6A	5A	5A	3A	3A	18.2A	18.2A	0A	0A	0A	58A

綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元2—

- 目的:1.學習了解併聯市電原理與技術。

- 術語:

- 併聯型系統(Grid-Connected System, Grid-Tie System, Interactive System, On-Grid System):與發電機暨配電網路併聯運轉，且可能傳送電力給發電暨配電網路的太陽光電發電設備。太陽光電設備的能源儲存子設備，如蓄電池，並非本定義下的另一種電源。
- 獨立型系統:能獨立於發電暨配電網路之外供應電力的發電設備。

綠色能源系統 —教學研究平台

• 綠色能源併聯市電盤

1. 交流發電機並聯市電手自動控制

- a) 自動控制:由系統預設狀態，自動進行交流發電機組的開關控制。以達成買電作業。
- b) 手動控制:可經由手動開關按鈕(ON/OFF)，控制交流發電機組動作。

2. 儲能系統並聯市電手自動控制

- a) 自動控制:由系統預設狀態，自動進行儲能系統的開關控制。以達成賣電作業。
- b) 手動控制:可經由手動開關按鈕(ON/OFF)，控制儲能系統動作。



交流發電機併聯市電
手動控制開關

交流發電機併聯市電
手自動切換開關

儲能系統併聯市電
手自動控制開關

儲能系統併聯市電
手自動切換開關

綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元3—

- 目的:1.學習了解風力發電能源(Solar Energy)系統及硬體架構(System Configuration)。

- 術語:

- 風力發電機(Wind Turbine):主要是藉著空氣流動轉動葉片以擷取風的動能，進而轉換成有用的機械能或電能。葉片轉子受風的風力而轉動，係源於氣動力的作用（包括升力及阻力），對葉片產生轉動扭矩。

綠色能源系統 —教學研究平 台

- 垂直/水平軸風機教學平台
 1. 數位電表測試模組
 2. 手自動控制模組
 3. 電壓電流表測試模組



交直流電壓轉換(逆變器)透視區

綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元4—

- 目的: 1. 學習量測風力發電一次測交流電壓與電流(Voltage and Current Measurements)、二次測直流電壓與電流的方法實驗。
 - 2. 學習量測電壓與電流(Voltage and Current Measurements)的方法並計算電力參數實驗。
 - 3. 學習以風能發電發展系統的風機充電控制器模組(Wind Charge Controller Module)完成風能電池充電(Wind Battery Charging)實驗。
- 術語:
- MPPT: MPPT控制器的全稱是「最大功率點跟蹤」(Maximum Power Point Tracking)。MPPT控制器能夠即時偵測發電裝置的發電電壓，並追蹤最高電壓電流值(VI)，使系統以最大功率輸出對蓄電池充電。
- 風機MPPT額定電壓:在特定操作條件下，風力發電被設計在電壓下能提供近乎最大的電功率。
- 風機MPPT額定電流:在特定操作條件下，風力發電在額定電壓之電流指定值。
- 風機MPPT額定功率:在特定操作條件下，風力發電在額定電壓之輸出功率指定值。

綠色能源系統 —教學研究平 台

- 垂直/水平軸風機教學平台

1. 數位電表測試模組

集合式電表可即時顯示區顯示目前風力發電機所產生的能量。

電壓端子台:可透過+-極性端子台來量測數值。可提供教導學生如何使用三用電表量測與學習。

電流量測端子台:可透過勾式電流表(CT)來量測實際電流數值,需注意電流方向。



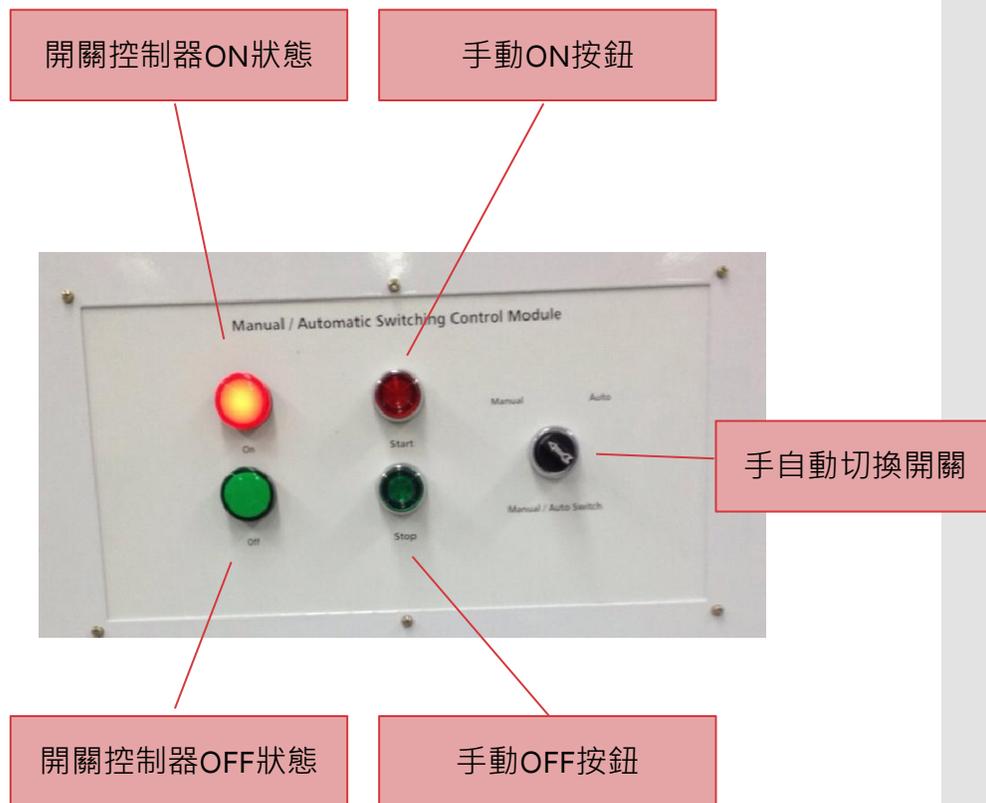
綠色能源系統 —教學研究平 台

- 垂直/水平軸風機教學平台

1. 手自動控制模組

手/自動開關控制模組，可提供學生進行手動切換控制，了解系統開關運作情形。

提供開關狀態號誌燈，提醒學生目前手動操作狀態，**紅燈=ON**；**綠燈=OFF**。



綠色能源系統 —教學研究平 台

- 垂直/水平軸風機教學平台
 1. 電壓電流表測試模組



綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元5—

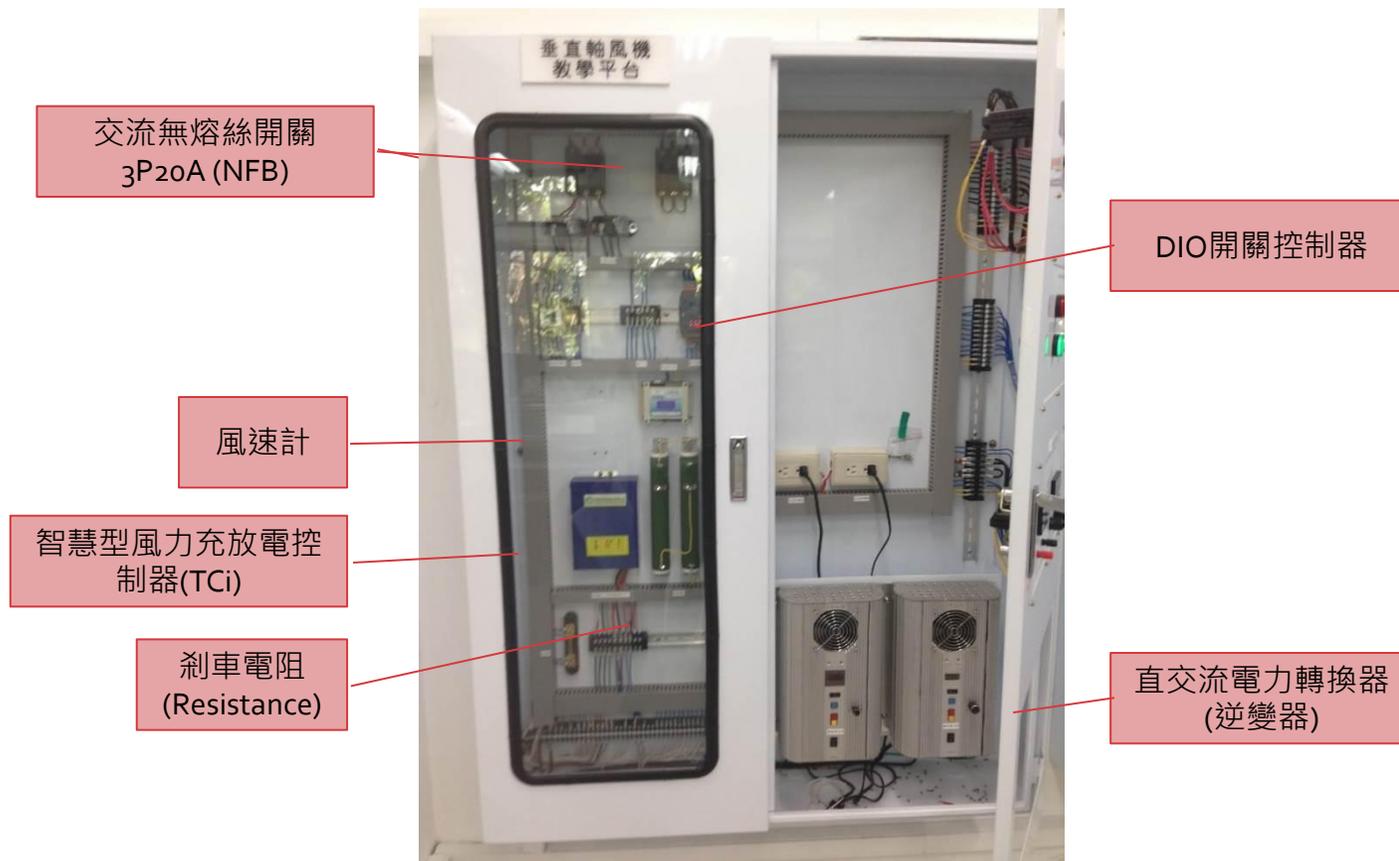
- 1.學習如何通過『交流無熔絲開關』、『繼電器』(Relay)進行控制的方法之實驗課程。
- 2.學習以太陽能光直流/交流變頻器模組(PV Inverter Module)完成太陽能直流/交流轉換(DC/AC Converting)實驗。
- 3.學習如何通過『感測器』(Sensor)讀取溫度值、濕度值、照度值、風速之實驗課程。
- 4.認識電磁開關器原理與控制之實驗課程。

- 術語:

- 無熔絲開關的作動原理可分為熱跳脫式及磁跳脫式。
- 熱跳脫式一般是使用雙金屬片的原理，當電流超過額定值時，雙金屬片會因受熱而彎曲，進而跳脫接點而達到保護的目的。
- 磁跳脫式是使用電流正比於磁場強度的原理，當電流不斷增加時，磁場強度亦會隨之加大，最後磁力會將接點吸附，跳脫接點，而達到過載保護的目的。

綠色能源系統 — 風力發電系統 元件介紹

- 風力發電系統元件介紹



綠色能源系統 — 風力發電系統 元件介紹

- 垂直/水平軸風機教學平台
 - 交流無熔絲開關3P20A (NFB)

用來隔離及啟斷電氣系統；包含剎車系統開關、風力發電開關、儲能系統開關。



綠色能源系統 —風力發電系 統元件介紹

- 垂直/水平軸風機教學平台

- 直交流電力轉換器(逆變器)

本案負載端應用為交流220V之LED燈具，因此搭配一組3KW正弦波電力轉換器，將儲能系統的直流電源轉為220V交流電，自動追蹤市電電壓相位，輸出至雙向電表併聯盤供附載LED照明使用。



- ◆ **紅色鍵為ON** 打開鍵 開啓併網送電，手動模式則隨時可以按ON 紅色鍵開啓進行併網供電。當功能設定時為選項 + 選擇鍵。
- ◆ **黃色鍵為OFF** 關閉鍵 關閉併網，隨時可按下則立即停止並聯供電，轉為手動待命模式。當功能設定時為 選項 - 選擇鍵。
- ◆ **藍色鍵為功能按鍵** 預設開機時為 Auto 自動並聯模式，LED 會先顯示輸入電壓如 24.5v，當有並網輸送電時則會顯示輸出功率表 P500 即為交流電輸出 500W 瓦特值。

綠色能源系統 —風力發電系 統元件介紹

- 垂直/水平軸風機教學平台

1. 風力MPPT

追蹤風機最大功率點(MPPT)，將風力發電所產生之交流電轉為直流電，利用定電流、定電壓及浮充控制對電池系統有效充電，並整合數位晶片，管理風能擷取、PWM數位控制，控制及通訊介面提供完整風機發電資訊。



Specifications Summary	
INPUT(AC)	
最大功率	400W
額定輸入電流	7A(AC)
充電開始電壓	6V
輸入電壓範圍	5-38V(3 ψ W)
OUTPUT(DC)	
輸出電壓	24V
額定充電電流	10.41A
SYSTEM	
MPPT 效率	>90%
最大充電效率	>85%
電池低電壓關閉	24V
電池保護電壓	28.8V

綠色能源系統 — 風力發電系統 元件介紹

- 垂直/水平軸風機教學平台
 - 風速計

提供0-10V, -20mA電流輸出，將風力發電機周遭環境的風向及風速資訊顯示於面板上，並可透過控制介面輸出訊號供監測使用。面板上顯示目前風向風速，並記錄偵測到的最大風速如照片。



綠色能源系統 —風力發電系 統元件介紹

- 垂直/水平軸風機教學平台
 - 剎車電阻(Resistance)

遇風速過大或防電池過充時，TCi會將能量送至電阻器以熱能形式釋放。目前400W系統配置20 Ω ，1KW系統則配置兩個20 Ω 串聯為10 Ω 。



綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元6—

- 目的:1.學習了解太陽能發電能源(Solar Energy)系統及硬體架構(System Configuration)。

- 術語:

- 太陽能發電:太陽能電池(Solar Cell):暴露於陽光時產生電器之基本太陽能光電元件。
- 模組:由數個互相連接的太陽電池構成之最小有完全環境保護的組合。
- 模組表面溫度:模組背後表面之平均溫度。
- 組列(或稱陣列):由多個太陽能光電模組或多個模板且連同支撐結構之組合。
- 模板:經由預先組合與接線而固定在一起的一群模組

綠色能源系統 —教學研究平 台

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

1. 數位電表測試模組
2. 手自動控制模組
3. 電壓電流表測試模組

垂直軸風力發
電機透視區

數位電表測試模組

手自動切換測試模組



電壓電流測
試模組

綠色能源系統 一實驗單元

- 單元7一

- 目的: 1. 學習量測太陽能發電一次測直流電壓與電流(Voltage and Current Measurements)、二次測直流電壓與電流的方法實驗。
 - 2. 學習量測電壓與電流(Voltage and Current Measurements)的方法並計算電力參數實驗。
 - 3. 學習以太陽能發電發展系統的充電控制器模組(PV Charge Controller Module)完成太陽能電池充電(Solar Battery Charging)實驗。
- 術語:
 - 太陽能開路電壓: 在一特定溫度及日照強度下, 橫跨無負載之太陽能發電機正、負兩端之電壓。
 - 太陽能短路電流: 在特定溫度及日照強度下, 太陽能發電機在短路情況下之輸出電流。
 - 電壓溫度係數: 太陽電池變化攝氏1度時太陽光電裝置開路電壓的變化。

綠色能源系統 —教學研究平 台

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

1. 數位電表測試模組

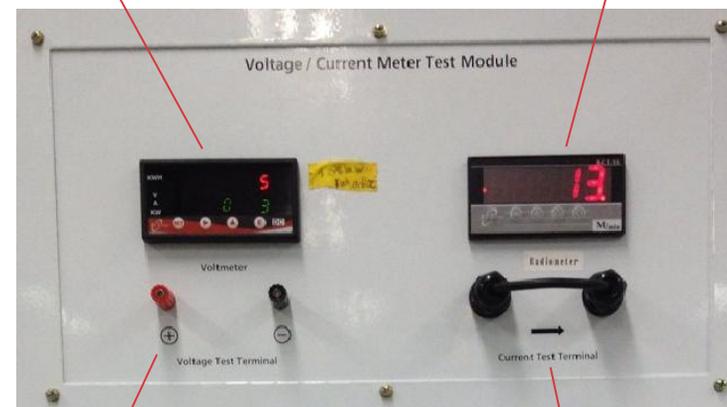
集合式電表可即時顯示區顯示目前太陽能發電機所產生的能量。

電壓端子台:可透過+-極性端子台來量測數值。可提供教導學生如何使用三用電表量測與學習。

電流量測端子台:可透過勾式電流表(CT)來量測實際電流數值,需注意電流方向。

太陽能發電及時
V/W/KWh資訊顯示

太陽能發電機即
時電流顯示區



電壓量測端子台

電流量測端子台

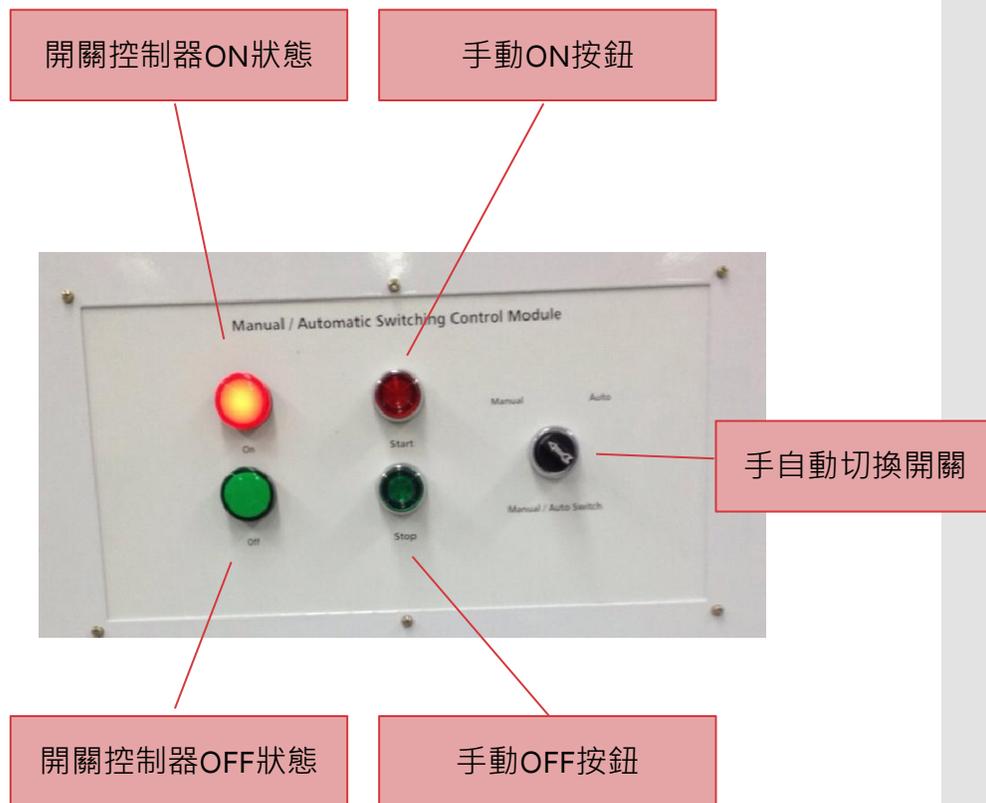
綠色能源系統 —教學研究平 台

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

1. 手自動控制模組

手/自動開關控制模組，可提供學生進行手動切換控制，了解系統開關運作情形。

提供開關狀態號誌燈，提醒學生目前手動操作狀態，紅燈=ON；綠燈=OFF。



綠色能源系統 —教學研究平 台

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

1. 電壓電流表測試模組



綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元8—

- 1.學習如何通過『直流無熔絲開關』、『繼電器』(Relay)進行控制的方法之實驗課程。
- 2.學習以太陽能光直流/交流變頻器模組(PV Inverter Module)完成太陽能直流/交流轉換(DC/AC Converting)實驗。
- 3.學習如何通過『感測器』(Sensor)讀取溫度值、濕度值、照度值、風速之實驗課程。
- 4.學習如何通過『比流器』(Sensor)讀取直流電流數值之實驗課程。
- 5.認識電磁開關器原理與控制之實驗課程。

- 術語:

- 變流器:將直流電輸入轉換成為交流電輸出之裝置
- 雙向變流器:將蓄電池之直流電輸入轉換成交流電輸出，並可將交流電輸入轉換成蓄電池充電之裝置。
- 變流器效率:有效(可用)之交流輸出電力與直流輸入電力之比值。

綠色能源系統 — 太陽發電系 統元件介紹

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

直流無熔絲開關
(NFB)

分流器

電磁接觸器

MPPT 太陽能充電控
制器



綠色能源系統 — 太陽發電系 統元件介紹

- 追日型太陽光電系統AB教學平台
 - MPPT 太陽能充電控制器
 - 用於控制太陽能發電系統最大功率追蹤。輸出為純正弦電流波形，全數位信號控制的太陽能逆變器，智慧型電力轉換系統，可自動偵測併電網電壓(220Vac/230Vac/240Vac)，自動偵測併電網頻率 50/60 Hz Auto-detection，最大轉換效率 > 96%。提供完整太陽能發電資訊。



顯示燈	狀態	SCHG-241500、SCHG-483000
SOLAR (RED LED)	閃爍	充電中每秒閃爍一次
BATTERY (RED LED)	閃爍	停止放電低於負載放電截止電壓以下
BATTERY (RED LED)	恆亮	電池低電位電壓
BATTERY (YELLOW LED)	恆亮	電池中電位電壓
BATTERY (GREEN LED)	恆亮	電池高電位電壓
LOAD (GREEN LED)	閃爍	負載 A、B 放電每秒閃爍一次 僅負載 A 放電每二秒閃爍一次

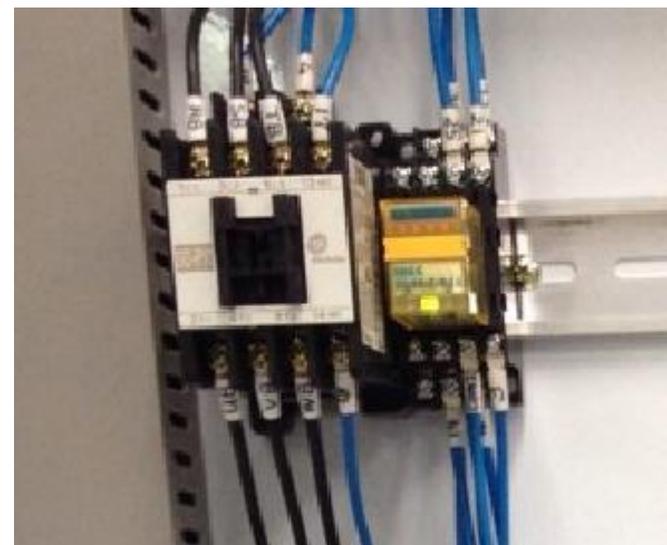
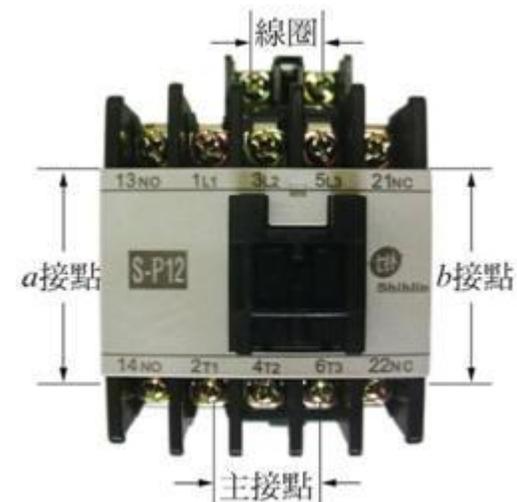
綠色能源系統 — 太陽發電系統 元件介紹

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

- 電磁接觸器

電磁接觸器 (Magnetic Contactor) 簡稱MC。MC 是利用電磁鐵的作用將電路做接通開啟的一種裝置。當電磁線圈通以額定電壓時，電流通過線圈產生磁場，使線圈內的固定鐵心成為電磁鐵，將上方的活動鐵心往下吸，牽動可動桿，使原來開路的接點變成接通，原來通路的接點變成開啟狀態。若是將原來加在線圈上的電流切斷，可動鐵心經由復歸彈簧的作用而恢復原來狀態，接點同時回復原始狀態。

用於控制太陽能發電系統開關控制。



綠色能源系統 — 太陽發電系 統元件介紹

- 追日型太陽光電系統AB教學平台
 - 直流無熔絲開關

用來隔離及啟斷電氣系統；包含發電開關、儲能系統開關。防止過電流導致系統故障。

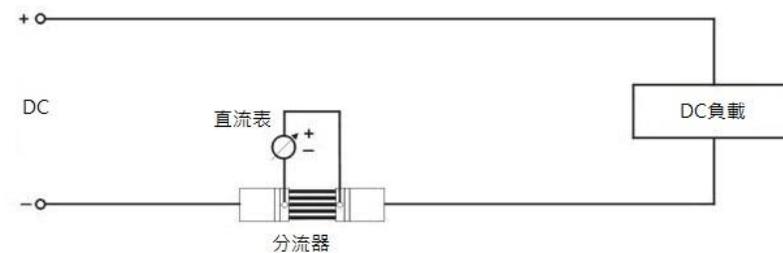
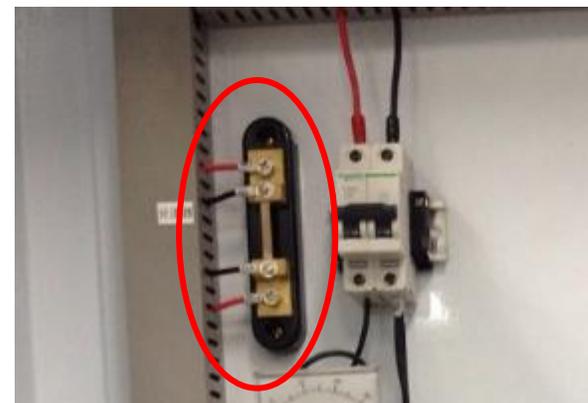


綠色能源系統 — 太陽發電系統 元件介紹

- 追日型太陽光電系統AB教學平台

- 分流器

用於大電流“直流”，兩端為“電壓”輸出。主要功能為量測太陽能及時發電電流，並透過數位電表顯示。



綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元9—

- 1. 學習以網路做綠色能源系統的遠端網際網路監控(Web Monitoring)實驗。
- 2. 習以軟體發展綠色能源系統的監控實驗。

- 術語:

- 網際網路(Internet) 是其中一種，它是一個全球性的電腦網路，以TCP/IP為運作協定，此網路上提供有極豐富的應用及資訊
- 日照強度(Irradiance), 單位面積內日射功率，一般以W/m²或mW/cm²為單位

綠色能源系統 一實驗單元



開始輪播 停止輪播



Copyright since 2013 新曜科技



開始輪播 停止輪播



Copyright since 2013 新曜科技

綠色能源系統 一實驗單元

嘉義大學
綠色能源系統整合教學平台

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

開始輪播 停止輪播



Copyright since 2013 新曜科技

嘉義大學
綠色能源系統整合教學平台

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

開始輪播 停止輪播

名稱: 垂直軸風機系統	狀態: 正常	名稱: 水平軸風機系統	狀態: 正常
今日發電量: 0.00 KWH		今日發電量: 0.00 KWH	
累計電度: 0.00 KWH		累計電度: 40.00 KWH	
即時瓦數: 0.00 W		即時瓦數: 1.00 W	
即時電壓: 0.00 V		即時電壓: 1.60 V	
即時電流: 0.07 A		即時電流: 0.00 A	
偵測時間: 2013/11/18 下午 01:00:19		偵測時間: 2013/11/18 下午 01:00:21	
備註:		備註:	

Copyright since 2013 新曜科技

綠色能源系統 — 實驗單元

- 單元10—

- 1.學習如何透過累積『用電量』進行『預測電費』以及如何按指定的電費用電之實驗課程。
- 2.學習了解『用電模式』以及如何只在『指定的時間』範圍內用電之實驗課程。

- 術語:

綠色能源系統 一實驗單元

嘉義大學
綠色能源系統整合教學平台

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

時間相關設定

夏月時間設定

*其他沒選取到的日期則會被系統歸類為非夏月

名稱	起始日期	結束日期
編輯	夏月 06 / 01	09 / 30

尖峰與非尖峰時段設定

*其他沒選取到的時間則會被系統歸類為離峰時間

時段名稱	月份類型	日期類型	時段種類	起始時間	結束時間
編輯	夏月_平日尖峰1	夏月 平日	尖峰	10 : 00	12 : 00
編輯	夏月_平日尖峰2	夏月 平日	尖峰	13 : 00	17 : 00
編輯	夏月_平日半尖峰1	夏月 平日	尖峰	07 : 30	10 : 00
編輯	夏月_平日半尖峰2	夏月 平日	尖峰	12 : 00	13 : 00
編輯	夏月_平日半尖峰3	夏月 平日	尖峰	17 : 00	22 : 30
編輯	夏月_週六半尖峰	夏月 週六	半尖峰	07 : 30	22 : 30
編輯	非夏日_平日半尖峰	非夏月 平日	半尖峰	07 : 30	22 : 30
編輯	非夏日_週六半尖峰	非夏月 週六	半尖峰	07 : 30	22 : 30

嘉義大學
綠色能源系統整合教學平台

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

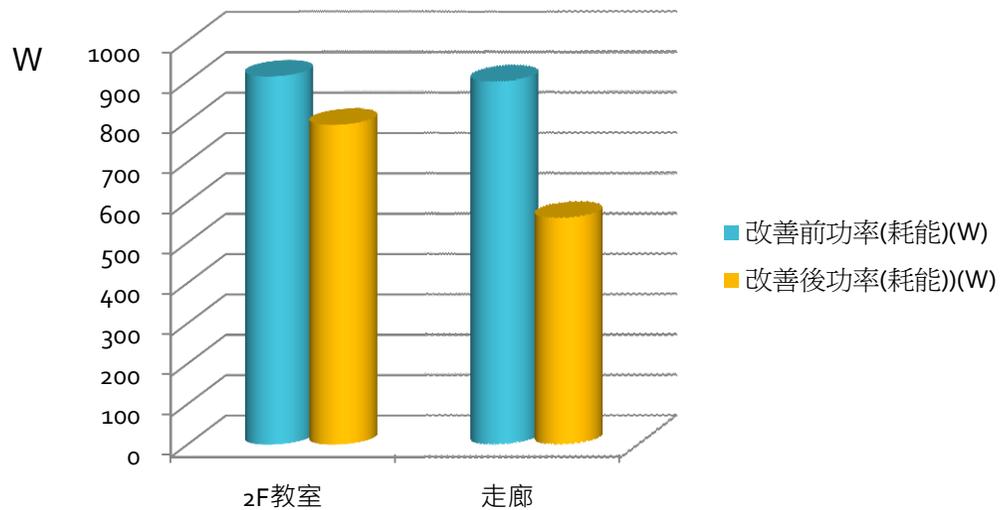
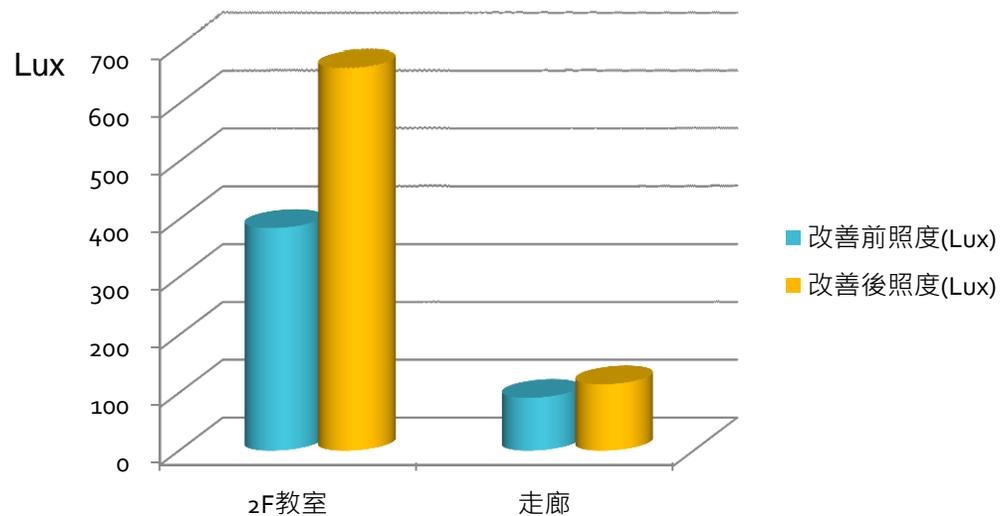
各時段電價價格設定

月份	日期	時段	買電電	價格
編輯	夏月 平日	尖峰	買電	4.00
編輯	夏月 平日	半尖峰	買電	5.6
編輯	夏月 平日	離峰	買電	3.75
編輯	夏月 週六	半尖峰	買電	3.75
編輯	夏月 週六	離峰	買電	3.75
編輯	夏月 假日	離峰	買電	3.75
編輯	夏月 平日	尖峰	買電	10.5
編輯	非夏月 平日	尖峰	買電	3.75
編輯	非夏月 平日	半尖峰	買電	3.75
編輯	非夏月 平日	離峰	買電	3.75
編輯	非夏月 週六	半尖峰	買電	3.75
編輯	非夏月 週六	離峰	買電	3.75
編輯	非夏月 假日	離峰	買電	3.75

單位：元

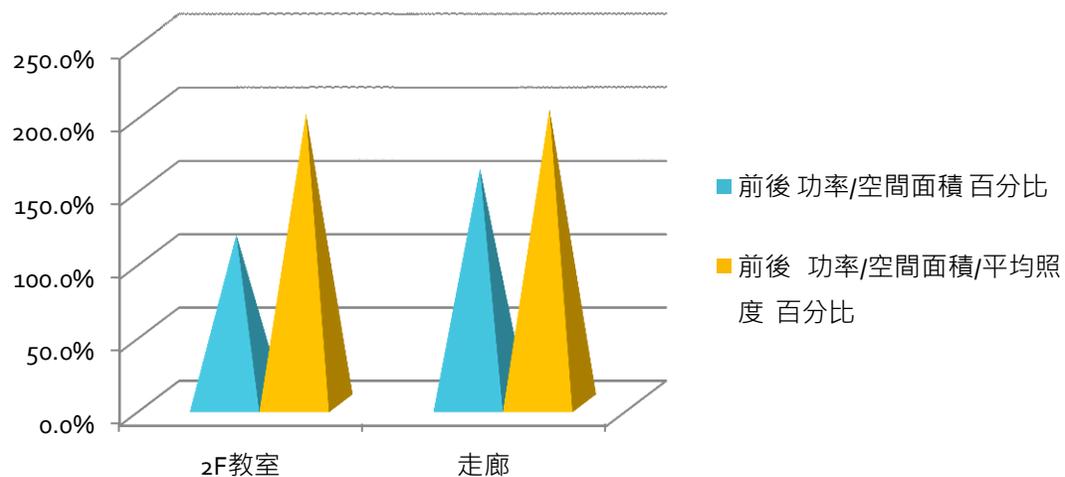
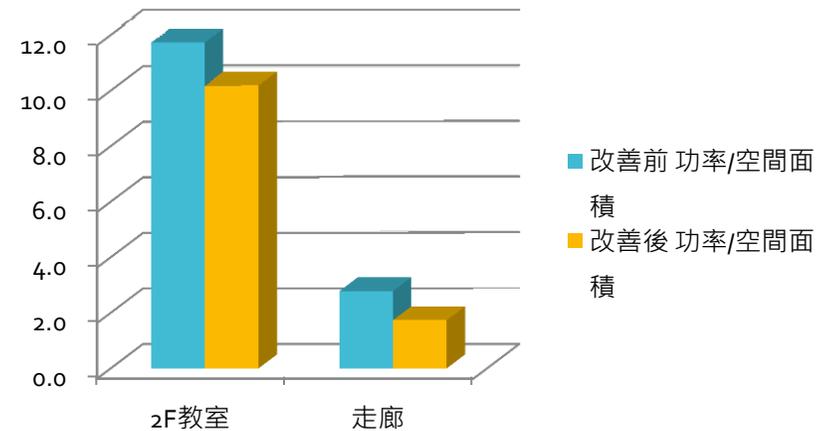
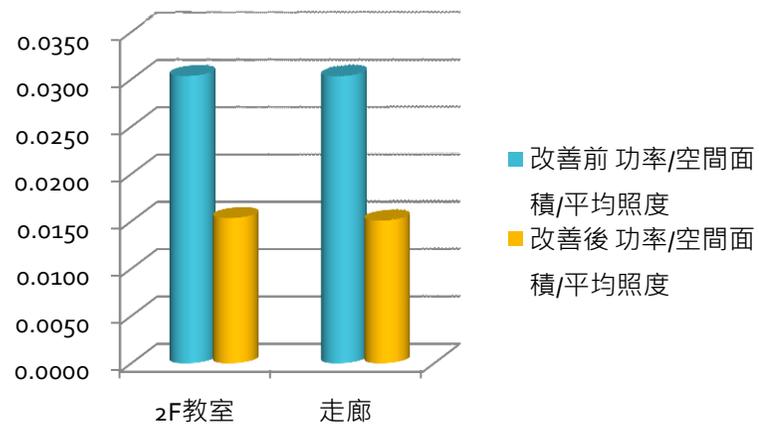
分類		高壓供電		特高壓供電				
		夏月 (6月1日至 9月30日)	非夏月 (夏月以 外時間)	夏月 (6月1日至 9月30日)	非夏月 (夏月以 外時間)			
二 段 式 時間電價	基本電費	經常契約	每度每月	223.60	166.90	217.30	160.60	
		非夏月契約	每度每月	—	166.90	—	160.60	
		週六半尖峰契約	每度每月	44.70	33.30	43.40	32.10	
		離峰契約	每度每月	44.70	33.30	43.40	32.10	
	流動電費	週一至週五	尖峰時間 07:30-22:30	每度	3.89	3.79	3.83	3.73
			離峰時間 00:00-07:30 22:30-24:00	每度	1.99	1.88	1.94	1.83
		週六	半尖峰時間 07:30-22:30	每度	2.83	2.74	2.69	2.58
			離峰時間 00:00-07:30 22:30-24:00	每度	1.99	1.88	1.94	1.83
		週日及離峰日	離峰時間 全日	每度	1.99	1.88	1.94	1.83
		三 段 式 時間電價	基本電費	經常契約	每度每月	223.60	166.90	217.30
半尖峰契約	每度每月			166.90	166.90	160.60	160.60	
週六半尖峰契約	每度每月			44.70	33.30	43.40	32.10	
離峰契約	每度每月			44.70	33.30	43.40	32.10	
流動電費 (尖峰時間 固定)	週一至週五			尖峰時間 夏月 10:00-12:00 13:00-17:00	每度	4.98	—	4.93
			半尖峰時間 夏月 07:30-10:00 12:00-13:00 17:00-22:30	每度	3.37	—	3.33	—
			非夏月 07:30-22:30	每度	—	3.29	—	3.25
	週六		半尖峰時間 07:30-22:30	每度	2.44	2.36	2.31	2.23
			離峰時間 00:00-07:30 22:30-24:00	每度	1.84	1.77	1.79	1.72
週日及離峰日	離峰時間 全日		每度	1.84	1.77	1.79	1.72	
流動電費 (尖峰時間 可變動)	週一至週五	尖峰時間 夏月 (指定30天) 10:00-12:00 13:00-17:00	每度	8.06	—	7.99	—	
		半尖峰時間 夏月 (指定30天) 07:30-10:00 12:00-13:00 17:00-22:30	每度	3.37	—	3.33	—	
			非夏月 (指定以外日期) 07:30-22:30	每度	—	3.29	—	3.25
		離峰時間 00:00-07:30 22:30-24:00	每度	1.84	1.77	1.79	1.72	
	週六	半尖峰時間 07:30-22:30	每度	2.44	2.36	2.31	2.23	
		離峰時間 00:00-07:30 22:30-24:00	每度	1.84	1.77	1.79	1.72	
	週日及離峰日	離峰時間 全日	每度	1.84	1.77	1.79	1.72	

綠色能源系統 一系統效益成 果



*法規要求 教室照度300-500 Lux

綠色能源系統 一系統效益成 果



綠色能源系統
一

- 學生實驗課程

實驗項次	課堂名稱	時數
序	各保護原件介紹	1
一	單元一、太陽能模組特性:開路電壓 V_{oc} ,閉路電壓 V_{mp} ,短路電流 I_{sc} 。	1
二	單元二、太陽能模組特性:日照係數與溫度係數特性曲線	1
三	單元三、遮蔭與發電量變化實驗	1
四	單元四、追日系統介紹與實作	1
伍	單元五、變流器mppt匹配介紹與轉換效率計算	1
六	單元六、風機輸入端電壓、電流量測	1
七	單元七、風機輸出端電壓、電流量測與轉換效率計算	1

八	單元八、風機保護裝置介紹及手自動切換開關實作	1
九	單元九、垂直軸風機Power Curve與發電量比較	1
十	單元十、水平軸風機Power Curve與發電量比較	1
十一	課程十一、能源庫(電池組)與DC BUS介紹及併聯應用實驗	1
十二	課程十二、監控系統介紹與實作	1

實驗單元一 太陽能模組： V-I特性曲線

● 實驗目的：

- 學習基本太陽能量測儀器之操作
- 學習繪製太陽能模組之電壓-電流曲線
- 與理論結合，增加學習者之對於太陽能模組之了解

實驗單元一 太陽能模組： V-I特性曲線

● 實驗原理：

- 太陽能是指太陽內部連續不斷的核聚變反應過程產生的能量。儘管太陽輻射到地球大氣層的能量僅為其總輻射能量(約為 3.75×10^{26} W)的22億分之一，但已高達173,000 TW (1T = 10^{12})， 1.73×10^{17} W = 1.73×10^{14} kW.也就是說太陽每秒鐘照射到地球上的能量就相當於500萬噸煤，遠遠超過地球上一天所使用的能量。
- 太陽能面板能藉由太陽光線能量轉換成電力，為了方便量測太陽能面板所發生的能量。可藉由教學平台中，太陽能機組A與太陽能機組B的操作面板端子進行實際值之量測作業。

實驗單元一 太陽能模組： V-I特性曲線



追日型太陽能A與B模組系統實際照片



追日型太陽能光電系統教學平台

實驗單元一
太陽能模組：
V-I特性曲線

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元一 太陽能模組： V-I特性曲線

● 問題：

- 為什麼量測電壓時須注意電壓極性？
- 為什麼電流具有方向的特性？電流錶勾反時其數值會有什麼反應？

實驗單元二 太陽能模組特性： 開路電壓 V_{OC} 和短 路電流 I_{SC}

● 實驗目的：

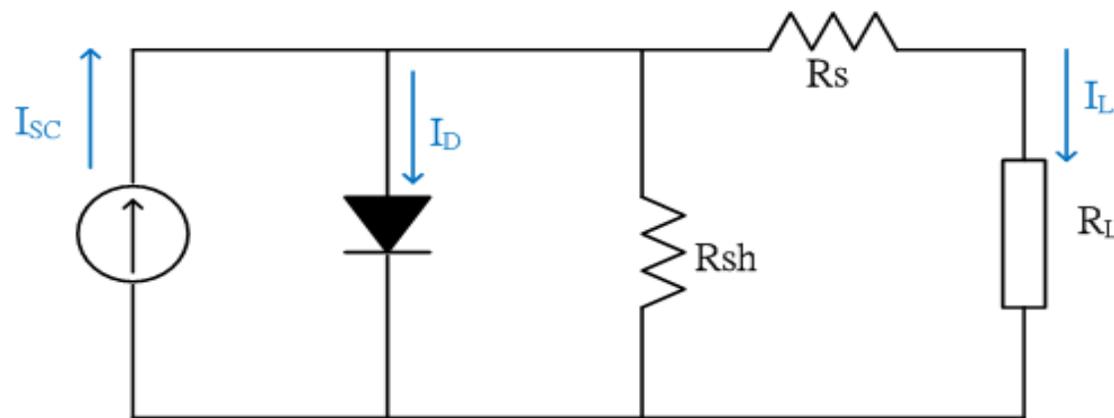
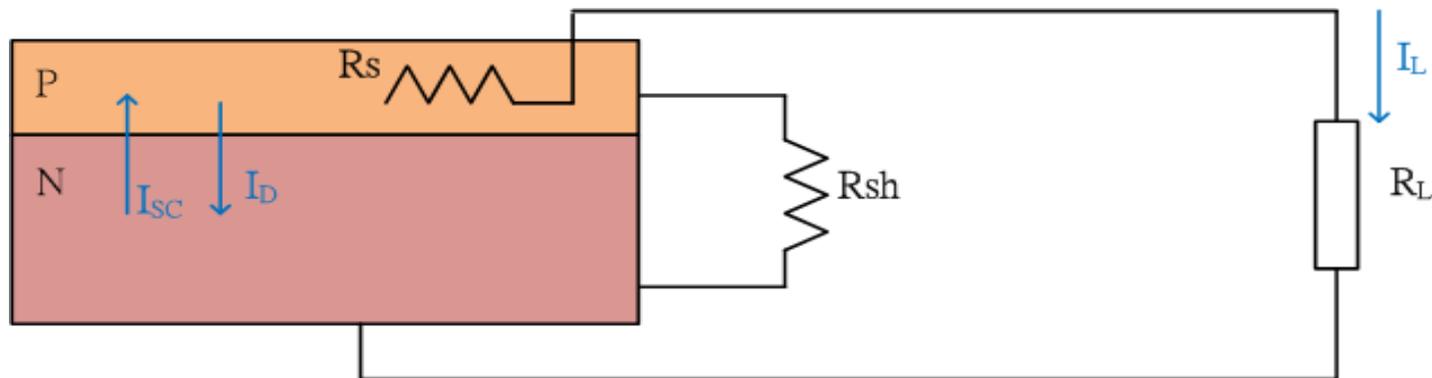
- 了解太陽能模組 V_{OC} 開路電壓與短路電流 I_{SC} 之特性以及原理，以及與額定電壓 V_{mp} 、額定電流 I_{mp} 間的差異，加強學生對於太陽能模組的特性與操作。

實驗單元二 太陽能模組特性： 開路電壓 V_{OC} 和短 路電流 I_{SC}

● 實驗原理：

- 太陽能模組可以等效為一個電流源與一個二極體並聯，當 $R_L = 0$ 時，所測得之電流即為短路電流 I_{SC} 。短路電流 I_{SC} 與太陽能模組的模板面積大小有關，面積越大， I_{SC} 越大。且對於同一塊太陽能模板而言，其 I_{SC} 值與日照強度成正比關係；當環境溫度升高時， I_{SC} 值也會略有上升。反之，在固定光源下，當 $R_L = \infty$ 時，所測得之電壓即為開路電壓 V_{OC} 。太陽能模組的開路電壓會與日照強度之對數成正比關係，而當環境溫度升高時，太陽能電池的開路電壓值將會略微下降。

實驗單元二
太陽能模組特性：
開路電壓 V_{OC} 和短
路電流 I_{SC}



實驗單元二 太陽能模組特性： 開路電壓 V_{OC} 和短 路電流 I_{SC}

- R_S ：串聯電阻，主要由模板本身的體電阻、表面電阻、電極導體電阻和電極與矽表面之接觸電阻所組成。
- R_{Sh} ：旁漏電阻，主要是由矽片邊緣不清潔或是本身缺陷所引起。
- 一個理想的太陽能模組， R_S 很小，而 R_{Sh} 很大。由於 R_S 及 R_{Sh} 是分別串連及並聯於電路中，故在進行理想計算時，可以忽略不計。此時，流經負載之電流 I_L 為：

$$I_L = I_{SC} - I_D$$

- 當負載開路時， $I_L = 0$ ，此時， $I_{SC} = I_D$ 。將電流勾錶勾於太陽能模組後方之二極體線路上，即可獲得短路電流。而將教學平台上之連接開關斷開後，再將電錶之探棒與平台面板端子台連接後獲得。

實驗單元二 太陽能模組特性： 開路電壓 V_{OC} 和短 路電流 I_{SC}

- 下圖為太陽能模板之原廠資料，紅框圈起部分為 V_{OC} 開路電壓以及 I_{SC} 短路電流資料。

Electrical Data

Typ. Nominal Power P_N	240 W	245 W	250 W	255 W	260 W
Typ. Module Efficiency	14.9%	15.2%	15.5%	15.8%	16.1%
Typ. Nominal Voltage V_{mp} (V)	29.9	30.3	30.6	30.8	31.2
Typ. Nominal Current I_{mp} (A)	8.03	8.09	8.17	8.28	8.34
Typ. Open Circuit Voltage V_{OC} (V)	37.0	37.2	37.4	37.6	37.7
Typ. Short Circuit Current I_{sc} (A)	8.58	8.64	8.69	8.76	8.83
Maximum Tolerance of P_N	0 / +3%				

- Above data are the effective measurement at Standard Test Conditions (STC)
- STC: irradiance 1000 W/m^2 , spectral distribution AM 1.5, temperature $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, in accordance with EN 60904-3
- The given electrical data are nominal values which account for basic measurements and manufacturing tolerances of $\pm 10\%$, with the exception of P_N . The classifications is performed according to P_N

實驗單元二
太陽能模組特性:開路電壓 V_{OC}
和短路電流 I_{SC}

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元二 太陽能模組特性:開路電壓 V_{OC} 和短路電流 I_{SC}

● 問題：

- 什麼是開路電壓?什麼是短路電流?
- 太陽能面板在導通時為什麼會有開路電壓與短路電流特性?
- 目前太陽能發電模組功分為A與B兩發電模組，各個模組為3串2並的連接形式，單片額定功率為250W。所以將其組成 $250W * 3 \text{串} * 2 \text{並} = 1.5kW$ 容量，A與B兩組加起來為3kW的發電量。請探討在該連接模式下 V_{mp} 、 I_{mp} 、 V_{oc} 與 I_{sc} 之間的變化差異?
- 承上，如果連接方式變更成2串3並後， V_{mp} 、 I_{mp} 、 V_{oc} 與 I_{sc} 之間又將如何變化?並繪出相關圖形。

實驗單元三 太陽能模組特性： 日照係數與溫度 係數特性曲線

● 實驗目的：

- 透過教學平台了解日照係數與溫度係數對於太陽能模組的影響以及意義。並且紀錄太陽電池在各照度與溫度之下之開路電壓、短路電流，討論其影響。

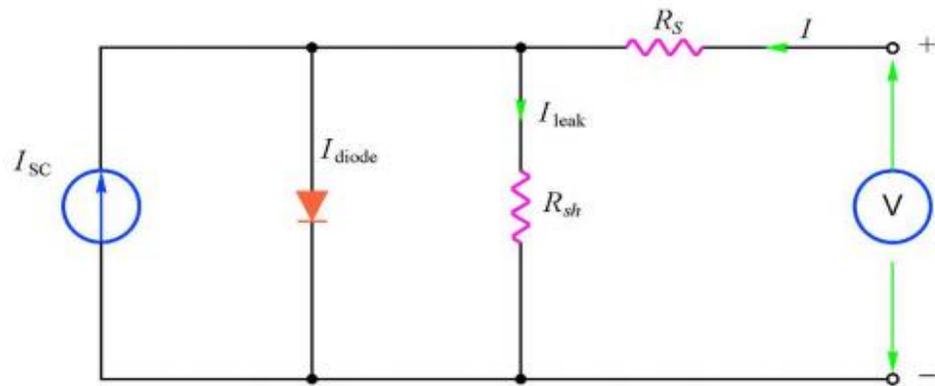
實驗單元三 太陽能模組特性： 日照係數與溫度 係數特性曲線

● 實驗原理：

- 太陽光的日照強度是影響太陽電池發電量之主要因素，但太陽能電池溫度升高，則會造成輸出電壓下降與輸出功率的降低。在太陽能電池溫度25°C以上，每增加1°C所造成整體效率低減。在許多太陽能電池效率的關係式中，Tc為太陽能電池的溫度，是一個環境變數的函數，例如環境溫度，風速、太陽的輻射量以及前蓋板的穿透性...等參數。
- 太陽光的強度與光譜，可以用光譜照度(spectrum irradiance)來表示，也就是每單位波長及每單位面積的光照功率，單位為W/m²μm。其中太陽能電池電壓-電流的關係式可以表式成以下：

$$I = I_0 \left[e^{(V - IR_s) / (V_T)} - 1 \right] + \frac{V - IR_s}{R_{sh}} - I_L$$

實驗單元三 太陽能模組特性： 日照係數與溫度 係數特性曲線



太陽能模組等效電路圖

- 日照計是一種被設計指向太陽專門測量太陽光度的光度計。經常被用來當作太陽追蹤組件。測定的量稱為直接太陽輻射率。當日照計被安置在地球大氣層，所測量的輻射率與太陽的輻射率是不相等的，因為大氣層的吸收和散射會使太陽輻射量減少。這些數量之間的關聯可以參考比爾定律。
- 在此我們將透過日照強度與模板溫度的變化，記錄下當時的發電曲線。

實驗單元三 太陽能模組特性： 日照係數與溫度 係數特性曲線

Temperature Coefficient

NOCT	$46 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
Typ. Temperature Coefficient of P_N	-0.44 \% / K
Typ. Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.32 \% / K
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04 \% / K

太陽能模板原廠溫度係數資料表

Technical Specification	LP PYRA 02 / LP PYRA 12*	LP PYRA 03
Typical sensitivity	10 $\mu\text{V}/(\text{W}/\text{m}^2)$	
Impedance	33 $\Omega \div 45 \Omega$	
Measuring range	0 \div 2000 W/m^2	
Viewing field	2 π sr	
Spectral field	305 nm \div 2800 nm W/m^2 (50%)	
Operating temperature	$-40 \text{ }^\circ\text{C} \div 80 \text{ }^\circ\text{C}$	
Working temperature	0.90 Kg	0.45 Kg
ISO 9060 Specifications		
Response time	< 28 sec	< 30sec
Zero Off-set		
a) Response to thermal radiation (200 W/m^2)	15 W/m^2	25 W/m^2
b) Response to temperature change 5K/h	< $\pm 4 \text{ W}/\text{m}^2$	< $\pm 6 \text{ W}/\text{m}^2$
3a) Non stability over 1 year	< $\pm 1.5\%$	< $\pm 2.5\%$
3b) Non linearity	< $\pm 1\%$	< $\pm 2\%$
3c) Spectral selectivity	< $\pm 18 \text{ W}/\text{m}^2$	< $\pm 22 \text{ W}/\text{m}^2$
3e) Response with regard to temperature	< $\pm 5\%$	< $\pm 7\%$
3f) Tilt-response	< 4 %	< 8 %
3f) Risposta in funzione del Tilt	< $\pm 2\%$	< $\pm 4\%$
Shadow ring for LP PYRA 12		
Weight	5.90 Kg	
Diameter	570 mm	
Height	54 mm	
Basis diameter	300 mm	

日照計原廠提供產品資料表



日照計實體外觀與資料傳輸線

實驗單元三
太陽能模組特性：
日照係數與溫度係數特性
曲線

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元三 太陽能模組特性： 日照係數與溫度 係數特性曲線

● 問題：

- 何謂光譜照度(spectrum irradiance)?光譜照度對於太陽能發電效益有何影響?
- 溫度係數的定義為何?溫度係數對於太陽能面板的影響為何?請舉例。
- 請根據以下產品型錄的日照-電壓電流曲線間的關係，紀錄日照值的變化，繪出合適的曲線，並比較差異。
- 承上，透過本實際模廠的太陽能發電模組1.5k實際測量的Voc與Isc；Vmp與Imp的 I-V curve，並比照原廠提供資料繪出相對應的曲線。並探討其中差異。

實驗單元四 追日系統介紹與 實作

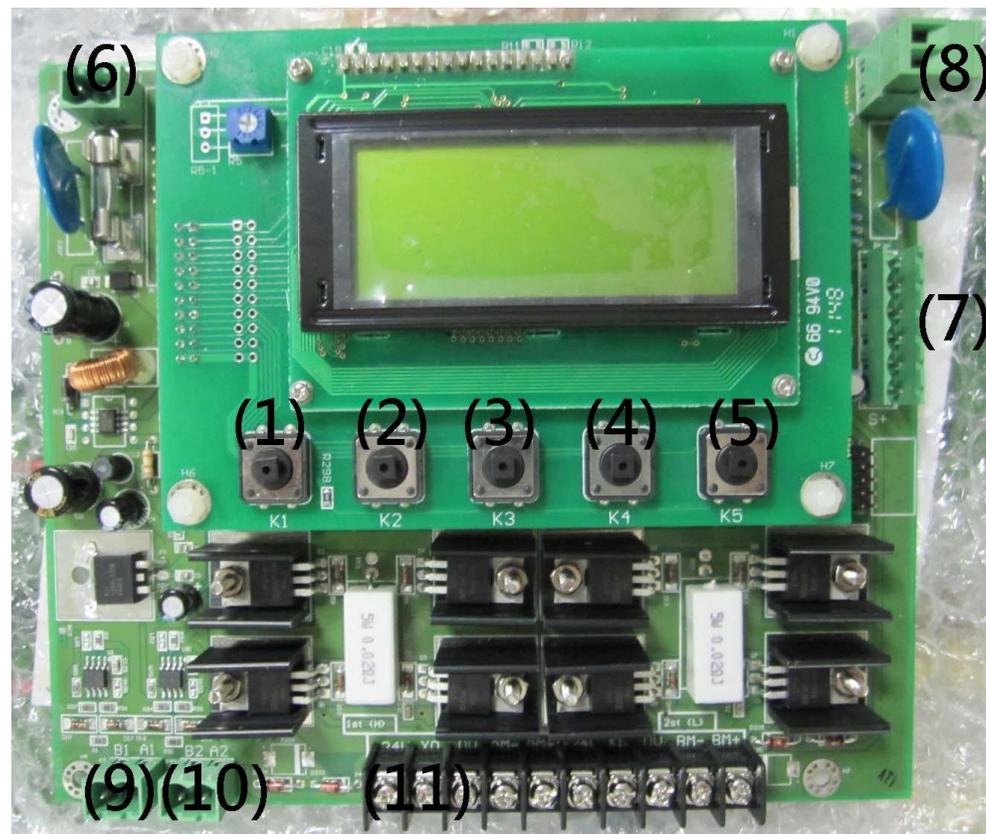
● 實驗目的：

- 透過遮蔭實驗可得知遮蔭對於太陽能發電有著顯著影響後
 - 接著將透過太陽能追日支架來進行自動追日實驗。

實驗單元四 追日系統介紹與 實作

- 實驗原理：
- 目前3kW太陽發電模組是由兩個發電模組所構成，太陽能A模組為1.5kW追日型模組，太陽能B模組為1.5kW追日型模組，合計兩組太陽能追日支架共3kW。追日型支架的追日範圍與角度等資訊，透過中央控制電路板進行設定，進而自動控制追日角度。

實驗單元四 追日系統介紹與 實作



原廠所提供的中控版外觀

尺寸: W 152mm*L 177mm*H
70mm

(1)=>K1 按鍵

(2)=>K2 按鍵

(3)=>K3 按鍵

(4) =>K4 按鍵

(5) =>K5 按鍵

(6) =>TR1:電源輸入端子台

(7) =>TR2:sun sensor 訊號輸入端
子台

(8) =>TR3:風速過高輸入端子台

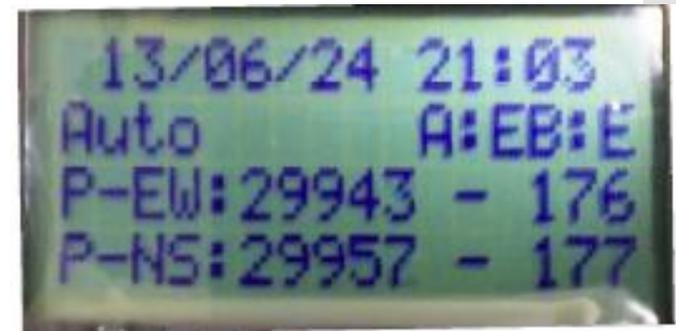
(9) =>TR4:485 通訊端子台

(10) =>保留

(11) =>TR5:馬達輸入端子台

實驗單元四 追日系統介紹與 實作

- 畫面說明
- 自動模式畫面:單軸角度 水平為180 度往東減少，往西增加。
- 顯示為現在單軸追日系統的角度。



實驗單元四 追日系統介紹與 實作

- 按鍵功能簡介：

1 自動模式 (Auto)	2 寸動模式 (Jog)	3 手動模式 (Move)
4 復歸原點 (Origin)	5 管理者模式 (Admin.)	6 設定模式 (Mode Set)
7 錯誤查詢 (Warning)	8 設定自訂位置 1 (Go goal1)	9 移動到自訂位置 1 (Goal1RTN)
10 設定自訂位置 2 (Go goal2)	11 移動到自訂位置 2 (Goal2RTN)	

實驗單元四 追日系統介紹與 實作

● 問題：

- 進入手動操作模式後，將追日型太陽能A支架設定至東邊145度位置。追日型太陽能A支架設定至西邊205度位置。並紀錄兩支架移動後太陽能的發電變化量。
- 進入經度設定模式，將經度設定值改成E:130.25度。實驗結束後並回復到原始設定前數值。
- 進入經度設定模式，將緯度設定值改成N:23.03度。實驗結束後並回復到原始設定前數值。

實驗單元五
太陽能模組特性：
變流器、mppt介紹與轉換效率計算

● 實驗目的：

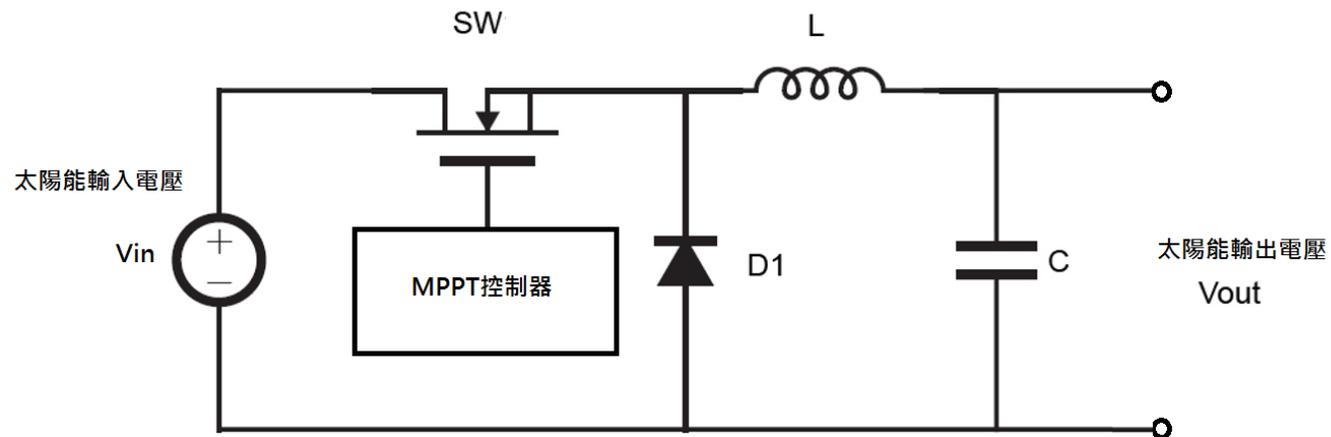
- 了解太陽能模組的變流器的轉換原理、mppt介紹以及實際量測和轉換效率。

實驗單元五 太陽能模組特性： 變流器、mppt介紹與轉換效率計算

● 實驗原理：

- 教學平台內之太陽能變流器為DC-DC之直流轉換器，其作用是在太陽能板之發電電壓與負載輸出變動之情況下能調整輸出電壓所設計的位準。按照原廠提供的單片250W太陽能面板發電的額定電壓標準，進行三串兩並後發電容量為1.5kW，一共建置兩組為 $1.5\text{kW}+1.5\text{kW}=3\text{kW}$ 。所以此控制系統為降壓型之電力轉換器電路(Buck)需選擇符合電壓標準的等級。所以太陽能板所產生之直流電(90V~110V)轉換為電池及匯流排之電壓(23V~25V)。其單組太陽能等效電路圖如下所示：

實驗單元五 太陽能模組特性： 變流器、mppt介 紹與轉換效率計 算



變流器之等效電圖

- 接著要計算判別太陽電池效率的參數，首先最大輸出功率 P_m (單位為瓦特, Watts)。最大輸出功率為：

$$P_m = V_m \times I_m$$

- 轉換效率定義為進入太陽電池之太陽輻射光能量 (P_{in}) 與太陽電池的輸出電能 (P_m) 的百分比，可以由以下的計算公式表示之。

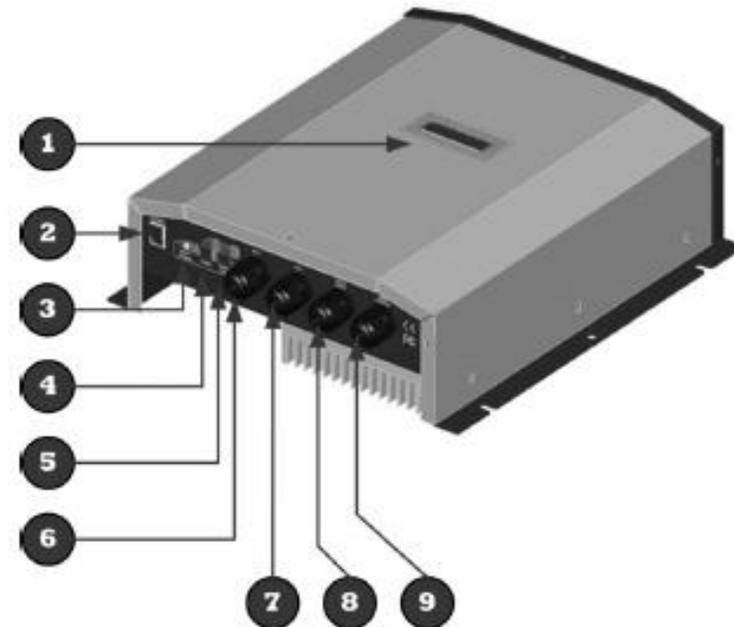
$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} \times 100\% = \frac{V_m \times I_m}{P_{in}} \times 100\%$$

實驗單元五 太陽能模組特性： 變流器、mppt介紹與轉換效率計算

- 由於太陽能板之發電量容易受到外在因素影響，如日照強度、溫度、遮蔭等等。故在考慮此情況下，科學家發展出了一個最大功率點追蹤(Maximum Power Point Tracking)之方法，簡稱MPPT，使變流器能夠在這些外在因素影響下能夠調整內部轉換開關，使其輸出為最大功率之狀態。由上述得知，本系統分為兩組，個別為命名為太陽能A模組與太陽能B模，單個模組的發電容量為1.5kW，合計3kW的發電容量。所以在選擇MPPT時，首先必須注意額定容量是否符合系統設計，接著輸入電壓範圍需選擇在91.8V($30.6V \times 3 \text{串} = 91.8V$)以上，如果電壓範圍選錯則會導致MPPT無法正常啟動。並且須針對負載儲能設備(電池組)的電壓作設計匹配，以本實驗平台為例，本實驗平台的儲能庫(電池組)的電壓等級為24VAC，因此MPPT在系統設計的選擇上，需注意以上幾項，才能使MPPT正常作業。因此本次實驗將透過教學平台上之端點，來獲得變流器MPPT一次測與二次測之電壓和電流，並計算功率，計算其轉換器之效率多寡。

實驗單元五 太陽能模組特性： 變流器、mppt介紹與轉換效率計算

Specifications Summary		
型號	SCHG-241500	SCHG-483000
額定輸出功率	1500W	3000W
輸入電壓範圍	30~150V	60~300V
充電啟動/停止電壓	30V/25V	60V/50V
額定輸入電流	20A	
最大充電器效率/MPPT效率	>85%/>90%	
待機電源	<5W	
輸出電壓	24V	48V
電池浮充電壓	27.6Vdc±0.5V	55.2Vdc ±1V
電池保護電壓	28.8V ±0.5V, 1min charging per 10min	57.6V ±1V, 1min charging per 10min
負載放電截止電壓	23Vdc±0.5V	46Vdc±1V
Sleep Mode 電池電壓	20Vdc±0.5V	40Vdc±1V
額定充電電流	62.5A	
負載接點	獨立接點，可當啟動交流變頻器用	
人機介面	LED/LCD status Indications	
操作溫度	-40C~40C	
防潮防濕	IP43	
介面包裝	For a 20cm cable, use copper wire with PVC insulation	
尺寸(長×寬×高) mm	400×325×130	
重量	15kg	



- | | |
|-----------------|--------------|
| 1 LED(LCD) 面板顯示 | 6 蓄電池端(BAT+) |
| 2 電源開關 | 7 蓄電池端(BAT-) |
| 3 充電指示燈 | 8 太陽能板接線 |
| 4 負載控制開關 | 9 控制訊號 |
| 5 最大充電電流限制 | |

原廠提供太陽能MPPT充電器外觀與規格

實驗單元五
太陽能模組特性：
變流器、mppt介紹與轉換效率計算

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元五

太陽能模組特性： 變流器、mppt介紹與轉換效率計算

● 問題：

- 若一組太陽能板之連接方式為四串三並，則變流器之規格耐壓須為多少伏特？
- MPPT的主要功用為何？系統在設計MPPT時需注意哪些事項？
- 系統加入MPPT後與未加入時，轉換效率的差異為何？請繪出曲線圖觀察，並計算兩者差異的百分比。

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

● 實驗目的：

- 本實驗目的在於透過400W水平式與300W垂直式風力發電機模組進行V-I特性曲線紀錄。了解自然風場對於風力發電機所產生效益，並藉由風力發動機把風的動能轉化為有用的電力，透過傳動軸，將轉子（由以空氣動力推動的扇葉組成）的旋轉動力傳送至發電機。藉由這樣的發電過程中了解系統發電程度，並建立學生對於風能的概念。

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

● 實驗原理：

- 首先我們要先了解風力發電機各項特性分析，才能開始進行實驗。
- 風力機的輸入功率：風力機的輸入功率(P_A)，它的定義是單位時間內穿過風力機掃掠面積的動能。

$$P_A = \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2}{t} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 = \frac{\pi}{8} \cdot \rho \cdot D^2 \cdot V^3$$

其中 m 為流動空氣的質量(kg)

V 為風速(m/sec)

ρ 為空氣密度(3kg/m)

A 為葉片旋轉面積(2 m)

D 為風力機直徑(m)。

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

● 實驗原理：

- 風力機的輸出功率：風力機的輸出功率(P)是指轉變為機械能的功率。

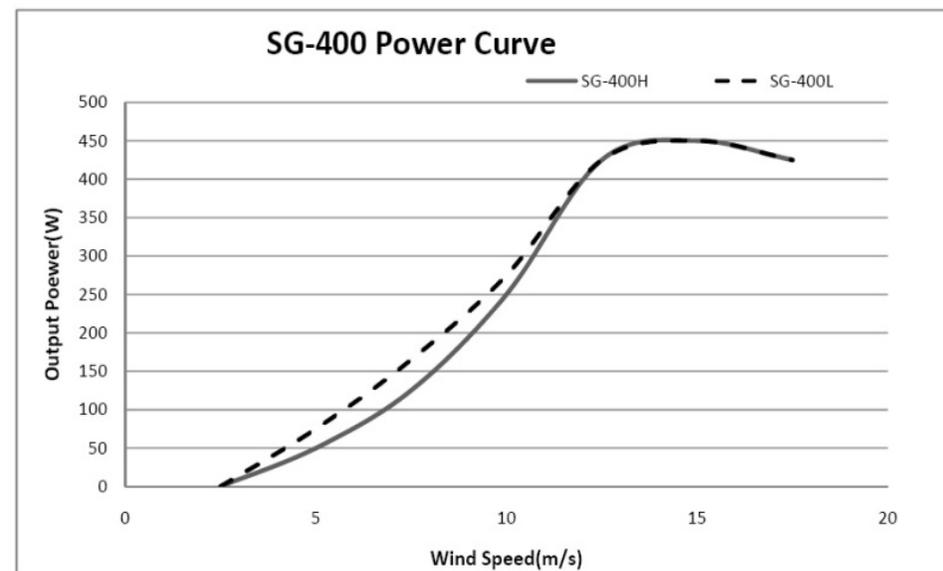
$$P = C_p \cdot \frac{\rho}{2} \cdot A \cdot V^3$$

- 風能利用係數 C_p ：風能利用係數 $C_p =$ 風力機的輸入功率 P / 風力機的輸出功率 P_A ，而根據貝茲(Betz)理論，理論上風能利用係數的最大值為 0.593；一般水平軸風力機的 C_p 約為 0.2~0.5；一般垂直軸風力機的 C_p 約為 0.3~0.4。
- 風力機的轉矩係數：風力機的輸出功率(P)也可以用風力機的轉矩與其旋轉角速度的乘積來表示。即 $P = T \cdot \omega$ 。其中 T 為風力機轉矩(N-m)。

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

● 實驗原理：

- 接著本實驗平台是由400W水平式風力發電機與300W垂時式風力發電機所串連組成，一共 $400W+300W=700W$ 的發電容量。以下將介紹兩種風力發電機的外觀預特性。
 - 400W水平式風力發電機



水平風力發電機示意圖、發電功率曲線

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

Rotor diameter: 1.55m

Weight: 18kgs

Start-up wind speed: 2.0m/s

Cut-in wind speed: 2.5m/s

Rated wind speed: 12m/s

Rated power: 400W

Rated voltage: DC 12V/24V

Rated speed: 750 rpm

Kilowatt hours/month: 54kWh/Mmonth (monthly average wind speed 5.5m/s)

Maximum wind speed: 50m/s

Over-speed protection: blade aerodynamic elastic, electromagnetic braking and dump load

Certification: CE, RoHS, ETL, ISO9001:2000 etc.

High Efficiency, High reliability

Start Up in Gentle Breeze

Long Lifetime up to 15 years, Maintenance- free

Light Weight, Easy to Install

Heavy Wind Resistance, Low Noise

Anti-Rust, Anti-Corrosion

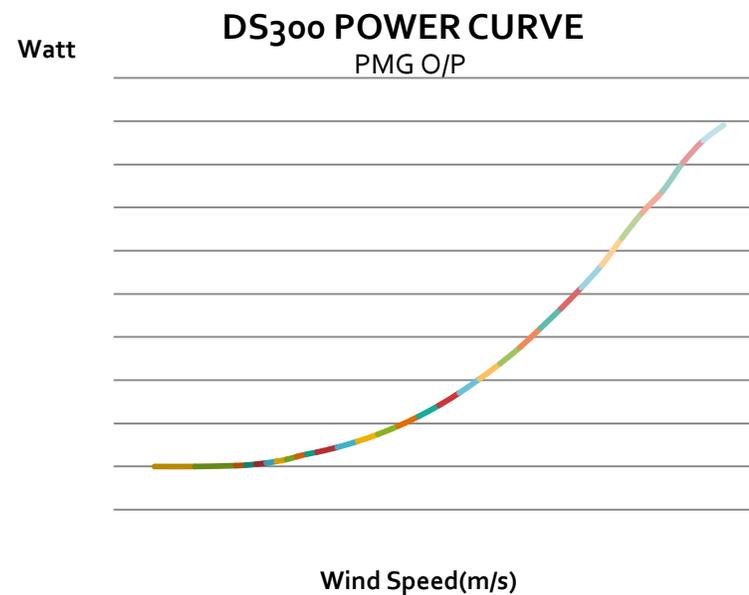
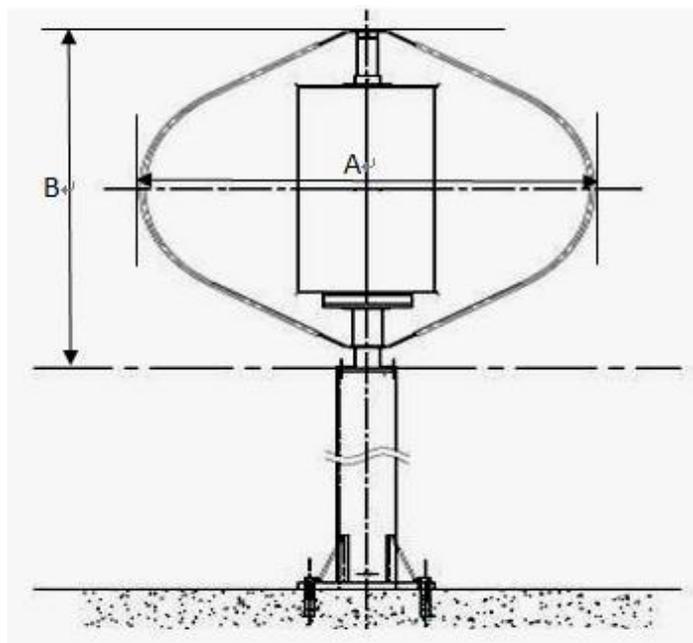
Damp-Proof, Water-Proof, Sand-Proof

原廠400W水平式風力發機規格

實驗單元六
風機輸入端電
壓、電流量測

● 實驗原理：

- 300W 垂時式風力發電機



垂直風力發電機示意圖、發電功率曲線

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

一般規格			
額定功率	300瓦	額定風速	13.5公尺/秒
額定轉速	750 轉/每分	切入風速	<3公尺/秒
切離風速	15 公尺/秒	耐受極端風速	60公尺/秒
尺寸/重量			
葉片直徑(A)	1.25公尺		
風車高度 (B)	1.06公尺		
塔架高度 (選配)	建議高度3公尺		
風車重量	25公斤		
風車規格			
外揚力型葉片	3 葉		
內阻力型葉片	2 層		
葉片材質	全鋁化經陽極處理		
轉軸材質	全鋁化經陽極處理		

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元六 風機輸入端電 壓、電流量測

● 問題：

- 量測電壓與電流時須注意極性嗎？為什麼？
- 試著按原廠提供的水平軸風力發電機組的發電功率曲線，繪出經由實驗過程中所量測到的功率曲線。並比較其中差異程度。
- 試著按原廠提供的垂直軸風力發電機組的發電功率曲線，繪出經由實驗過程中所量測到的功率曲線。並比較其中差異程度。
- 承上題，比較水平軸與垂直軸發電機兩者之功率曲線差異。

實驗單元七 風機輸出端電 壓、電流量測與 轉換效率計算

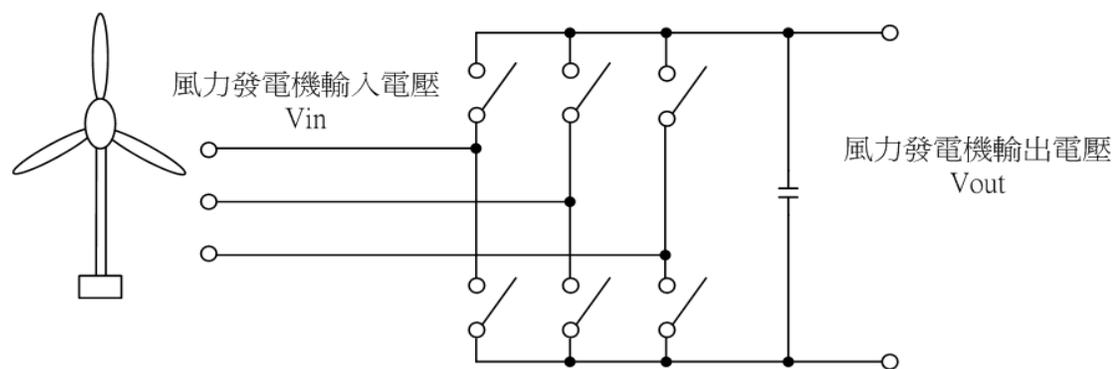
● 實驗目的：

- 本實驗目的在於了解與400W水平軸與300W垂直軸風力發電機模組之變流器之動作原理，同時透過實際量測到之電壓與電流，了解其輸出功率，並同時可計算其轉換效率。

實驗單元七 風機輸出端電 壓、電流量測與 轉換效率計算

● 實驗原理：

- 教學平台內之風力發電機變流器為AC-DC的轉換器，其作用是將風力發電機發電所產生之交流電壓與交流電流轉換成直流電並將其傳輸至儲能電池中。由原廠資料顯示，風力發電機變流器所接受之輸入電壓範圍大約在5V~38V，但是變流器之啟動電壓為6V，故當風力發電機轉動產生之電壓大於6V時變流器才會導通開始送電至儲能電池。其變流器等效電路圖如下所示：



變流器之等電路圖

實驗單元七 風機輸出端電 壓、電流量測與 轉換效率計算

- 由於風力發電與太陽能發電一樣容易也受到外在因素影響。所以風力發電與太陽能一樣也有發展出最大功率點追蹤 (Maximum Power Point Tracking) 之方法，簡稱MPPT，使變流器能夠在這些外在因素影響下能夠調整內部轉換開關，使其輸出為最大功率之狀態。

實驗單元七
風機輸出端電
壓、電流量測與
轉換效率計算



水平式風力發電機實際照和水平式風力發電機系教學平台

實驗單元七
風機輸出端電
壓、電流量測與
轉換效率計算



垂直式風力發電機實際照和垂直式風力發電機統教學平台

實驗單元七 風機輸出端電 壓、電流量測與 轉換效率計算

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元七 風機輸出端電 壓、電流量測與 轉換效率計算

● 問題：

- 在相同風速下，哪一種風力發電機之發電量較高？原因為何？
- 若風機轉速超出了額定轉速，則風力發電機會發生什麼結果？
- 計算能量轉換效率時，根據能量守恆，輸入應等於輸出，為何輸入與輸出不相等？請分析能量消耗之原因。

實驗單元八 風機保護裝置介紹及手自動切換 開關實作

● 實驗目的：

- 本實驗目的在於介紹一獨立的風力發電機系統需具備哪些保護裝置。保護裝置在風力發電機系統中扮演什麼角色。如何有效的保護系統，並維持系統正常運作。

實驗單元八 風機保護裝置介紹及手自動切換 開關實作

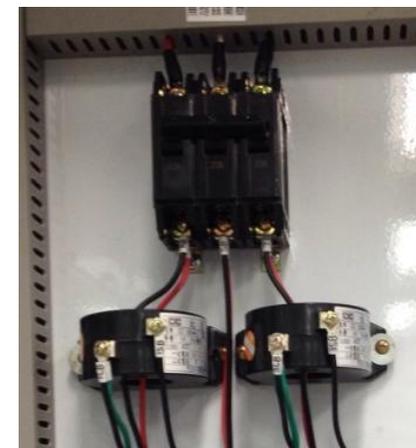
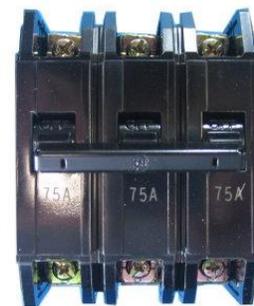
● 實驗原理：

- 在每一個系統中，都一定會有許多的保護裝置，目的在於防止系統遭受到外力或者內部因數，導致系統無法正常運作或系統癱瘓。所以如何正確的保護系統則顯得非常重要。下圖為風力發電機系統的接線相內部設備。以及內部線路設計單線圖。其中保護元件包含了交流無熔絲開關、突波吸收器與煞車電組。



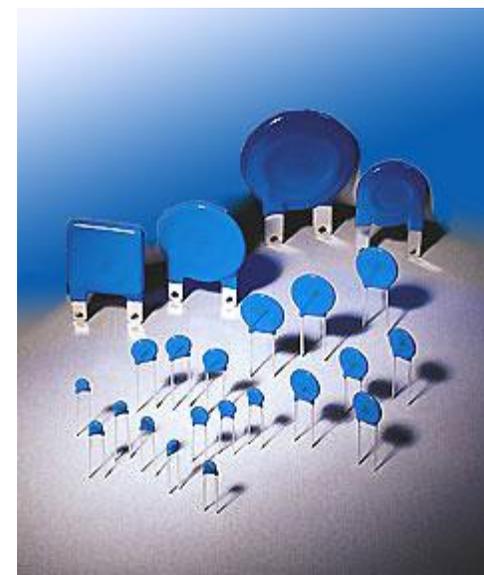
實驗單元八 風機保護裝置介紹及手自動切換 開關實作

- 交流無熔絲開關：用來隔離及啟斷電氣系統，包含剎車系統開關、風力發電開關、儲能系統開關。無熔絲開關簡稱 N.F.B.，在其額定容量下，能瞬間啟斷線路電流之故障，得以確保用電安全。且由於其係為一種利用電磁動作原理之斷路器，而作為線路之過電流保護裝置，在故障排除後，不會有更換熔絲之麻煩，故為目前一般屋內配線之接戶開關。一般有單極、兩極（2P）及三極（3P）三種，如下圖所示。此種開關現在已逐漸取代閘刀開關，其最大優點就是不必換裝保險絲，而其過載保護乃利用電磁或電熱作用自動跳脫，切斷電路，當故障排除後，可再切入使用。



實驗單元八 風機保護裝置介紹及手自動切換 開關實作

- 突波吸收器：突波吸收器（壓敏電阻）在預備狀態時，相對於受保護之電子組件而言，具有很高的阻抗（數兆歐姆）而且不會影響原設計電路之特性。但當瞬間突波電壓出現（超過突波吸收器之崩潰電壓時），該突波吸收器之阻抗會變低（僅有幾個歐姆）並造成線路短路，也因此電子產品或較昂貴之組件受到保護。它具備快速反應時間、優越的電壓比、高穩定性的迴路電壓、無比的瞬時電壓吸收特性…等。長被用來設計在許多裝置的輸入前端作保護，如MPPT、逆變器…等。

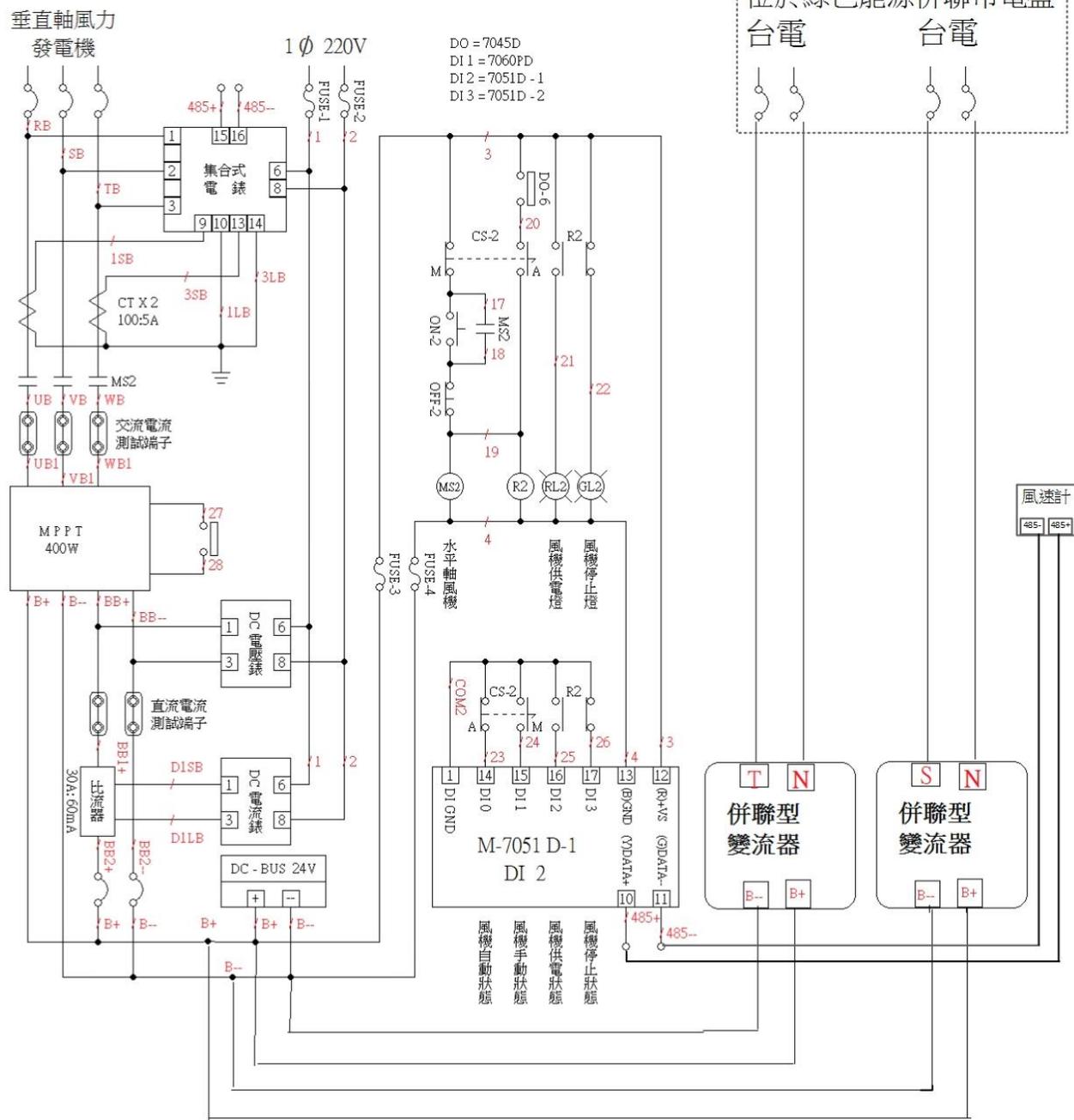


實驗單元八 風機保護裝置介紹及手自動切換 開關實作

- 煞車系統: 煞車系統的保護措施主要用在機組發生異常振動、過速、電網異常、出現極限風速等故障時，須啟動煞車保護對系統進行保護，手動的保護開關如下圖所示。開關ON表示啟動剎車，反之OFF則表示關閉剎車。



實驗單元八 風機保護裝置介紹及手自動切換 開關實作



實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較

● 實驗目的：

- 本實驗目的在於介紹垂直軸風力發電機系統Power Curve的變化。藉由實驗了解風速對於風力發電的影響，以及實際發電情況。

實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較

● 實驗原理：

- 一般來說，風力發電機上所標示的額定功率，通常指的是在12m/s風速下運轉的所產生的即時功率，稱之為額定功率。以本教學平台的300W垂直軸風力發電機來說，廠商所提供的資料顯是為額定容量300W垂直軸風力發電機，指的就是輸出額定容量為300W，也就是說現場的風場在12m/s風速下，輸出功率為300W；如果在風速僅2~4m/s的條件下，輸出的功率就達不到300W。所以說，不論是垂直式風力機或水平式風力發電機，所發出的電能不用一直處在滿載發電的情形。其中風速的分級如陸上應用之蒲福風級表所示。實際所產出的即時功率與當下的風速密切相關，所以說功率曲線(power curve)即是在描述此一關係。換句話說，每家廠商或不同發電容量等級的風機，它的功率曲線也又有所不同。而本教學平台的300W垂直軸風力發電機，原廠商提供的功率曲線(power curve)與外觀如下。

實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較



300W垂直軸風力發電機的功率曲線(power curve)與外觀

實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較

一般規格			
額定功率	300瓦	額定風速	13.5公尺/秒
額定轉速	750 轉 / 每 分	切入風速	<3公尺/秒
切離風速	15 公尺/秒	耐受極端風速	60公尺/秒
系統工作條件			
溫度範圍	-10~40°C		
濕度範圍	95% max.		

陸上應用之蒲福風級表

蒲福風級	風之稱謂	一般敘述	每秒公尺 (m/s)
0	無風 calm	煙直上	不足0.3
1	軟風 light air	僅煙能表示風向，但不能轉動風標。	0.3-1.5
2	輕風 slight breeze	人面感覺有風，樹葉搖動，普通之風標轉動。	1.6-3.3
3	微風 gentle breeze	樹葉及小枝搖動不息，旌旗飄展。	3.4-5.4
4	和風 moderate breeze	塵土及碎紙被風吹揚，樹之分枝搖動。	5.5-7.9
5	清風 fresh breeze	有葉之小樹開始搖擺。	8.0-10.7
6	強風 strong breeze	樹之木枝搖動，電線發出呼呼嘯聲，張傘困難。	10.8-13.8

7	疾風 near gale	全樹搖動，逆風行走感困難。	13.9-17.1
8	大風 gale	小樹枝被吹折，步行不能前進。	17.2-20.7
9	烈風 strong gale	建築物有損壞，煙囪被吹倒。	20.8-24.4
10	狂風 storm	樹被風拔起，建築物有相當破壞。	24.5-28.4
11	暴風 violent storm	極少見，如出現必有重大災害。	28.5-32.6
12	颶風 hurricane		32.7-36.9

實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較

- 了解功率曲線(power curve)與風速之間的關係後，接著就可以計算發電量了。所謂的發電量指的是輸出的功率與發電的時間乘積所得到結果。所以說，只要比對原廠所提供的功率曲線後(見上圖)，便可以估算300W垂直軸風力發電機的發電量。
- 在此先假設當地年平均風速為8m/s，在對照功率曲線後可得知實際輸出功率約為75W，則可以估計一年的年發電量大約是1,051度。
- 日發電量：
$$0.075(\text{kW}) \times 1(\text{天}) \times 24(\text{小時}) \times 100\%(\text{風力機組的妥善率}) = 1.8 \text{ kWh}$$
- 年發電量：
$$0.075(\text{kW}) \times 365(\text{天}) \times 24(\text{小時}) \times 100\%(\text{風力機組的妥善率}) = 640.8 \text{ kWh}$$

實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元九 垂直軸風機Power Curve與發電量比 較

● 問題：

- 透過實驗繪出300W垂直軸風力發電機系統Power Curve後，原廠所提供之Power Curve進行比較，是否有所差異？並討論所造成的差異原因。
- 計算日發電量、月發電量、年發電量。
- 承上提，試算出發電成本與發電成本如何？

實驗單元十 水平軸風力發電機Power Curve 與發電量比較

● 實驗目的：

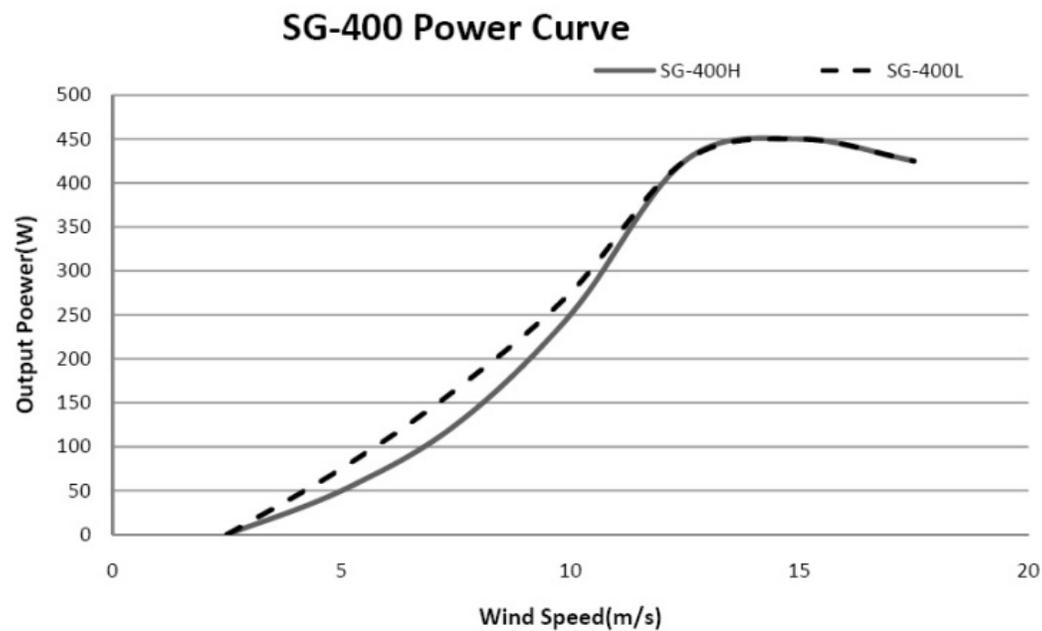
- 本實驗目的在於介紹水平軸風力發電機系統Power Curve的變化。藉由實驗了解風速對於風力發電的影響，以及實際發電情況。

實驗單元十 水平軸風力發電機 Power Curve 與發電量比較

● 實驗原理：

- 一般來說，風力發電機上所標示的額定功率，通常指的是在12m/s風速下運轉的所產生的即時功率，稱之為額定功率。以本教學平台的400W水平軸風力發電機來說，廠商所提供的資料顯是為額定容量400W水平軸風力發電機，指的就是輸出額定容量為400W，也就是說現場的風場在12m/s風速下，輸出功率為400W；如果在風速僅2~4m/s的條件下，輸出的功率就達不到400W。所以說，不論是垂直式風力機或水平式風力發電機，所發出的電能不用一直處在滿載發電的情形。其中風速的分級如陸上應用之蒲福風級表所示。實際所產出的即時功率與當下的風速密切相關，所以說功率曲線(power curve)即是在描述此一關係。換句話說，每家廠商或不同發電容量等級的風機，它的功率曲線也又有所不同。而本教學平台的400W水平軸風力發電機，原廠商提供的功率曲線(power curve)與外觀如下。

實驗單元十 水平軸風力發電機 Power Curve 與發電量比較



300W垂直軸風力發電機的功率曲線(power curve)與外觀

實驗單元十
水平軸風力發電
機Power Curve
與發電量比較

一般規格	
旋翼直徑：1.55米	旋翼直徑：1.55米
重量：18公斤	重量：18公斤
啟動風速：2.0米/秒	啟動風速：2.0米/秒
切割風速：2.5米/秒	切割風速：2.5米/秒
額定風速：12m/ s的	額定風速：12m/ s的
額定功率：400W	額定功率：400W

實驗單元十 水平軸風力發電 機Power Curve 與發電量比較

- 發電量指的是輸出的功率與發電的時間乘積所得到結果。所以說，只要比對原廠所提供的功率曲線後(見上圖)，便可以估算400W水平軸風力發電機的發電量。在此先假設當地年平均風速為5m/s，在對照功率曲線後可得知實際輸出功率約為50W，則可以估計一年的年發電量大約是1,051度。
- 日發電量：
 $0.05(\text{kW}) \times 1(\text{天}) \times 24(\text{小時}) \times 100\%(\text{風力機組的妥善率}) = 1.2 \text{ kWh}$
- 年發電量：
 $0.05(\text{kW}) \times 365(\text{天}) \times 24(\text{小時}) \times 100\%(\text{風力機組的妥善率}) = 4\text{kWh}$

實驗單元十 水平軸風力發電機 Power Curve 與發電量比較

● 實驗設備：

- 三用電錶 1支
- 電流勾錶 1支
- 電壓探棒 1組



三用電錶



電流勾錶



電壓探棒

實驗單元十 水平軸風力發電 機Power Curve 與發電量比較

● 問題：

- 透過實驗繪出400W水平軸風力發電機系統Power Curve後，原廠所提供之Power Curve進行比較，是否有所差異？並討論所造成的差異原因。
- 計算日發電量、月發電量、年發電量。
- 承上提，試算出發電成本與發電成本如何？

實驗單元十一 能源庫(電池組) 與DC BUS介紹及 併聯應用實驗

● 實驗目的：

- 本實驗目的在於了解電池組與DC BUS匯流排於整體系統內之功能以及學會在系統併聯市電時得知系統電壓電流等參數資訊之相關操作。

實驗單元十一 能源庫(電池組) 與DC BUS介紹及 併聯應用實驗

● 實驗原理：

- 在教學平台內，有太陽能發電模組、風力發電機等發電電源端，發電端透過各別的變流器mppt使其傳至DC BUS匯流排，再將其電能儲存至電池內，如下圖所示。由圖中可發現，DC BUS匯流排還有一條路線透過一個變流器，再經由一個雙向電表和並聯盤，再與市電做連接。

實驗單元十一 能源庫(電池組) 與DC BUS介紹及 併聯應用實驗

- 當開關開啟時，由太陽能發電模組和風力發電機所產生儲存於電池之電能將會開始經由DC BUS、變流器、和一雙向電表及並聯盤來提供電力至市電。而其相關數值將會顯示於雙向電表上。如下頁圖所示。本次實驗將透過教學平台上之雙向電表，來獲得即時的參數資訊。



實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

● 實驗目的：

- 使學生了解電能監控系統中各頁面功能，以及系統記錄之各參數資訊之相關操作。

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

● 實驗原理：

- 連結至教學平台的電能監控系統網站首頁後，即可發現首頁會定時輪播即時資訊，使操作者能夠迅速了解到目前系統概況。如下圖所示。

嘉義大學 機械與能源工程學系

綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

日歷史資料查詢 月歷史資料查詢

開始輪播

停止輪播

前往環境監控分析平台



太陽能發電機

累積發電量: 183.00 Kwh
CO2減少量: 98.82 Kg

垂直軸風機

累積發電量: 0.00 Kwh
CO2減少量: 0.00 Kg

水平軸風機

累積發電量: 0.00 Kwh
CO2減少量: 0.00 Kg

交流發電機

累積發電量: 0.00 Kwh
CO2減少量: 0.00 Kg

電網買電資訊

買電至負載能量: 551.30 Kwh

能源庫賣電資訊

賣電回電網能量: 2839.13 Kwh
電網能量回收費用: 119.00 NTS

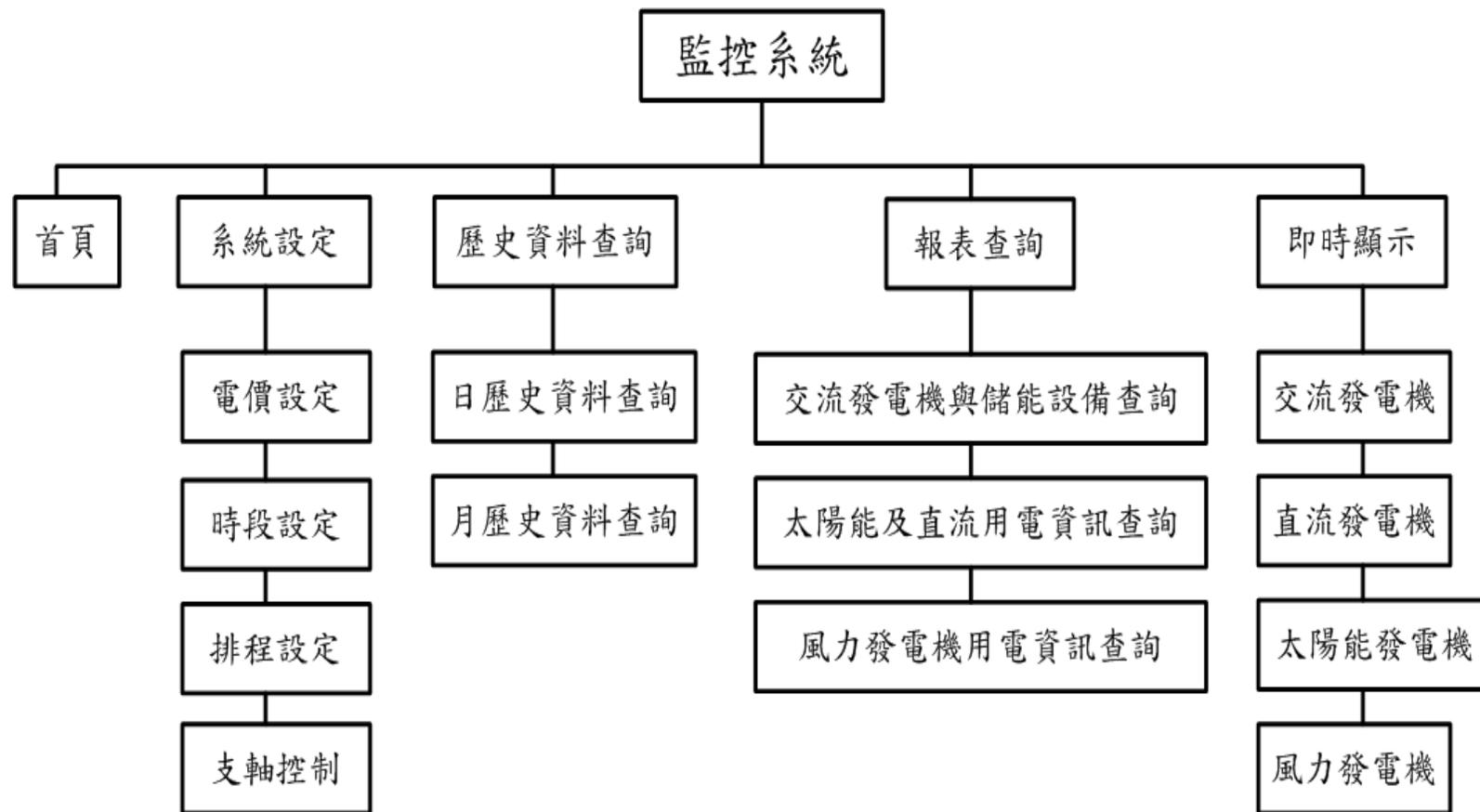


教學平台之系統首頁圖

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

- 當滑鼠移至首頁，系統設定之功能列時，其功能列下方將會產生於此項目中之子項目連結。其連結項目與其子項目一覽表如下頁圖所示。接下來將會針對各頁面做說明。



監控系統項目一覽表

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

為電價設定之頁面顯示，由於現今用電在各季節以及各時段其電價皆會有不同之價格，若要設定價格，將要修改之項目點選編輯鍵即可做編輯之動作，編輯後再點選更新鍵，系統就會將操作者剛剛於編輯介面之值輸入至所選取的項目內。下圖為電價設定之編輯圖片。

嘉義大學 機械與能源工程學系

綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

[首頁](#)
[系統設定](#)
[歷史資料查詢](#)
[報表查詢](#)
[即時顯示](#)

[電價設定](#)
[時段設定](#)
[排程設定](#)
[支軸控制](#)

各時段電價價格設定

	月份	日期	時段	買/賣電	價格
編輯	夏月	平日	尖峰	買電	4.00
編輯	夏月	平日	半尖峰	買電	5.6
編輯	夏月	平日	離峰	買電	3.75
編輯	夏月	週六	半尖峰	買電	3.75
編輯	夏月	週六	離峰	買電	3.75
編輯	夏月	假日	離峰	買電	3.75
編輯	夏月	平日	尖峰	賣電	10.5
編輯	非夏月	平日	尖峰	買電	3.75
編輯	非夏月	平日	半尖峰	買電	3.75
編輯	非夏月	平日	離峰	買電	3.75
編輯	非夏月	週六	半尖峰	買電	3.75
編輯	非夏月	週六	離峰	買電	3.75
編輯	非夏月	假日	離峰	買電	3.75

電價設定之網頁顯示

嘉義大學 機械與能源工程學系

綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

[首頁](#)
[系統設定](#)
[歷史資料查詢](#)
[報表查詢](#)
[即時顯示](#)

各時段電價價格設定

	月份	日期	時段	買/賣電	價格
編輯	夏月	平日	尖峰	買電	4.00
更新 取消	夏月	平日	半尖峰	買電	<input type="text" value="5.6"/>
編輯	夏月	平日	離峰	買電	3.75
編輯	夏月	週六	半尖峰	買電	3.75

電價設定之編輯畫面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

時段設定之畫面如上頁圖所示，其功能為設定夏月，以及其他天數種類、尖峰、半尖峰等時段的區段時間設定。若要做更新設定，請點選要更新之項目的編輯鍵後，即可進入編輯畫面，再將要更新之值輸入至方格內，再點選更新鍵即可完成。

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作



時間相關設定

夏月時間設定

*其他沒選取到的日期則會被系統歸類為非夏月

	名稱	起始日期	結束日期
<input type="button" value="編輯"/>	夏月	06 / 01	09 / 30

尖峰與半尖峰時段設定

*其他沒選取到的時間則會被系統歸類為離峰時間

		時段名稱	月份類型	日期類型	時段種類	起始時間	結束時間
<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="刪除"/>	夏月_平日尖峰1	夏月	平日	尖峰	10 : 00	12 : 00
<input type="button" value="編輯"/>	<input type="button" value="刪除"/>	夏月_平日尖峰2	夏月	平日	尖峰	13 : 00	17 : 00

時段設定之畫面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

排程設定之畫面，畫面一進來及可讓操作者得知目前系統所採用之排程為系統預設排程還是操作者之自訂排程以及目前系統會將收集到之資訊傳送至哪個IP位址，若要更改系統所採用之排程，請於畫面左邊之設定排程下方點選要使用之排程，再點選送出鍵，即可完成動作。若要更改傳送資料之IP位址，操作者可於設定傳送資料位址下方輸入IP以及Port，再點選送出鍵，即可完成動作。而下方頁面則會出現目前操作者自訂排程所使用之排程資料，操作可以做編輯或刪除之動作。

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

嘉義大學 機械與能源工程學系

綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

目前系統所用之排程：[系統預設排程](#) 目前傳送資料之位址：[140.130.92.89:503](#)

設定排程：
 系統預設排程 自訂排程

 :

目前自訂排程列表：

時段名稱	月份類型	日期類型	時段種類	起始時間	結束時間
<input type="button" value="編輯"/> <input type="button" value="刪除"/>	夏月	平日	尖峰	09 : 30	20 : 30

Copyright since 2013 新暉科技

排程定之畫面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

支軸設定之頁面，此頁面切為兩部分，上半部分為控制太陽能支軸部分，下半部分為顯示目前太陽能支軸之狀態。當操作者點選其中一個按鈕時，其他按鈕將會暫時無效化，直到所點選之太陽能支軸完成指令後才會回復。

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

嘉義大學 機械與能源工程學系 綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示
交流發電機 直流發電機 太陽能發電機 風力發電機

控制狀態：

模式：
自動模式
手動模式

支架移動：
太陽能A組向東
太陽能A組向西
太陽能B組向東
太陽能B組向西

停止移動
移至自訂位置1
移至自訂位置2

A組指定角度位置： 執行

B組指定角度位置： 執行

系統狀態：

連線狀態：	正常	偵測時間：	2013/12/6 下午 10:37:00		
太陽能A組角度：	174.95	緩起秒數：	2.00	追日起始緯度：	100.00
A組pulse數：	29897.00	過電流保護值：	250.00	追日結束緯度：	100.00
太陽能B組角度：	174.95	追日容許誤差角度：	200.00	日照高值：	300.00
B組pulse數：	29897.00			日照低值：	0.00

Copyright since 2013 新瞻科技

支軸設定之畫面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

日歷史資料查詢之畫面，操作者一進入此頁面後，選擇要監看之能源類型後，機組名稱將會跳出所選項目之相對應選項，再次點選完機組名稱後，則欲查詢資訊會再跳出相對應之查詢選項，接著再選擇日期、時間、以及所選取之時間間隔，再點選查詢鍵，就可以看到下方會出現系統有記錄之選項，操作者勾選後，頁面將會跳出相對應之圖。如下頁第二張圖所示。

嘉義大學 機械與能源工程學系

綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁

系統設定

歷史資料查詢

報表查詢

即時顯示

交流發電機與儲能設備查詢

太陽能及直流用電資訊查詢

風力發電機用電資訊查詢

日歷史資料查詢

請選擇能源類型：

請選擇機組名稱：

請選擇欲查詢資訊：

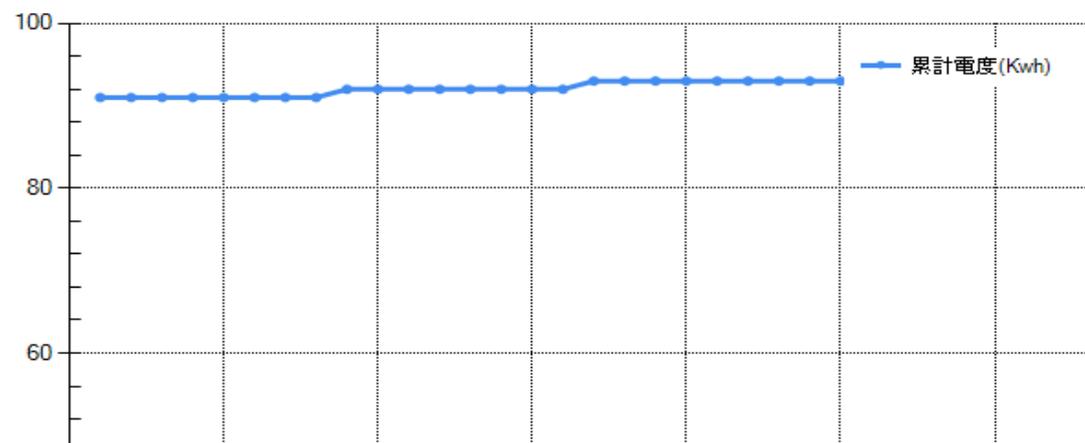
請選擇日期：

請選擇時間：時分至時分

請選擇時間間隔：

請選擇顯示項目：

- 累計電度(Kwh)
- 即時瓦數(W)
- 即時電壓(V)
- 即時電流(A)



日歷史資料查詢頁面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

下圖為月歷史資料查詢之畫面，操作者一進入此頁面後，選擇要監看之能源類型後，機組名稱將會跳出所選項目之相對應選項，再次點選完機組名稱後，則欲查詢資訊會再跳出相對應之查詢選項，接著再選擇年份、月份，再點選查詢鍵，就可以看到下方會出現系統有記錄之選項，操作者勾選後，頁面將會跳出相對應之圖。

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

嘉義大學 機械與能源工程學系

綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 | 系統設定 | 歷史資料查詢 | 報表查詢 | 即時顯示

交流發電機 | 直流發電機 | 太陽能發電機 | 風力發電機

月歷史資料查詢

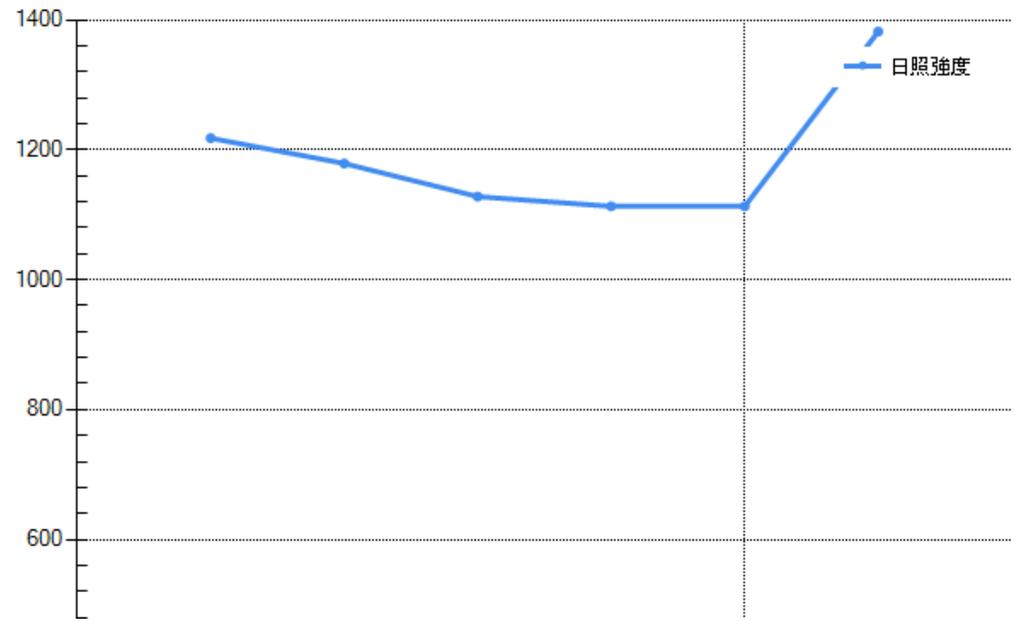
請選擇能源類型：

請選擇機組名稱：

請選擇欲查詢資訊：

請選擇日期： 年 月

- 請選擇顯示項目：
- 日照強度
 - 溫度



月歷史資料查詢之畫面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

交流發電機與儲能設備查詢、太陽能及直流用電資訊查詢、
風力發電機用電訊查詢：

由於此三個頁面其操作方法一樣，故放在一起說明，並以交流發電機與儲能設備查詢之頁面來做說明，如下頁第一張圖所示。操作者一進入此頁面後，選擇報表種類後，電表類型將會跳出相對應之選項，且相對應之查詢日期選項也會出現。輸入日期後，再點選查詢按鈕則會跳出報表，如下頁第二圖所示。當報表頁面顯現後，操作者將滑鼠點選於畫面紅框處，即可匯出報表，且匯出檔案之類型可以轉成其他檔案類型。

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

嘉義大學 機械與能源工程學系
綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

交流發電機與儲能設備查詢 太陽能及直流用電資訊查詢 風力發電機用電資訊查詢

大同電表報表查詢

查詢報表種類：

查詢電表類型：

查詢日期： ~

Copyright since 2013 新暉科技

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

大同雙向電表逆變器用電日報表

查詢日期： 2013/12/06

日期	Ia	Ib	Ic	Iav	Vab	Vbc	Vca	Vav	pfa	pfh	pfv	pfav	fn	anglela
0:0:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.15	195.34	195.10	194.99	1.00	1.00	1.00	1.00	60.05	0.00
0:5:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.67	195.04	194.73	194.51	1.00	1.00	1.00	1.00	59.96	0.00
0:10:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.08	194.83	195.15	194.52	1.00	1.00	1.00	1.00	59.99	0.00
0:15:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.56	194.66	194.87	194.45	1.00	1.00	1.00	1.00	60.04	0.00
0:20:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.58	194.60	194.56	194.31	1.00	1.00	1.00	1.00	60.01	0.00
0:25:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.81	195.73	195.52	195.23	1.00	1.00	1.00	1.00	60.00	0.00
0:30:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.84	195.01	194.96	194.55	1.00	1.00	1.00	1.00	60.03	0.00
0:35:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.70	194.83	194.62	194.42	1.00	1.00	1.00	1.00	59.93	0.00
0:40:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.86	195.00	194.83	194.43	1.00	1.00	1.00	1.00	59.97	0.00
0:45:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.81	196.01	195.98	195.50	1.00	1.00	1.00	1.00	59.90	0.00
0:50:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.63	194.69	194.76	194.48	1.00	1.00	1.00	1.00	59.99	0.00
0:55:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.93	194.99	194.88	194.52	1.00	1.00	1.00	1.00	59.94	0.00
1:0:0	0.00	0.00	0.00	0.00	193.95	195.19	195.24	194.69	1.00	1.00	1.00	1.00	59.97	0.00
1:5:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.28	195.40	195.61	195.14	1.00	1.00	1.00	1.00	59.96	0.00
1:10:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.04	195.16	195.33	195.29	1.00	1.00	1.00	1.00	59.91	0.00
1:15:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.70	196.65	196.76	196.55	1.00	1.00	1.00	1.00	60.00	0.00
1:20:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.19	195.94	195.93	195.61	1.00	1.00	1.00	1.00	60.00	0.00
1:25:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.82	195.68	196.04	195.60	1.00	1.00	1.00	1.00	59.98	0.00
1:30:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.38	195.32	195.63	194.98	1.00	1.00	1.00	1.00	59.93	0.00
1:35:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.41	196.42	196.65	195.94	1.00	1.00	1.00	1.00	59.96	0.00
1:40:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.53	196.20	196.56	195.98	1.00	1.00	1.00	1.00	60.01	0.00
1:45:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.40	195.32	195.63	195.18	1.00	1.00	1.00	1.00	59.99	0.00
1:50:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.80	196.95	196.97	196.61	1.00	1.00	1.00	1.00	60.11	0.00
1:55:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.02	195.98	196.09	195.74	1.00	1.00	1.00	1.00	59.90	0.00
2:0:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.62	195.50	195.51	195.22	1.00	1.00	1.00	1.00	59.97	0.00
2:5:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.57	196.60	196.69	196.05	1.00	1.00	1.00	1.00	60.03	0.00
2:10:0	0.00	0.00	0.00	0.00	196.58	197.40	197.48	197.20	1.00	1.00	1.00	1.00	60.04	0.00
2:15:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.68	195.73	195.85	195.49	1.00	1.00	1.00	1.00	59.93	0.00
2:20:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.01	196.11	195.79	195.62	1.00	1.00	1.00	1.00	59.95	0.00
2:25:0	0.00	0.00	0.00	0.00	195.32	196.13	196.53	196.06	1.00	1.00	1.00	1.00	59.99	0.00
2:30:0	0.00	0.00	0.00	0.00	196.78	197.78	197.82	197.54	1.00	1.00	1.00	1.00	60.07	0.00
2:35:0	0.00	0.00	0.00	0.00	194.80	195.83	195.88	195.56	1.00	1.00	1.00	1.00	60.10	0.00

交流發電機與儲能設備查詢之報表查詢畫面

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

交流發電機：
操作者點選此頁面
後，系統將會顯示
交流發電機之最新
一筆資料。如下圖
所示。

嘉義大學 機械與能源工程學系
綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

型式： 交流發電機 狀態： 正常 ●



A相電流：	0.00	A	A相電流相角：	0.00	°
B相電流：	0.00	A	B相電流相角：	0.00	°
C相電流：	0.00	A	C相電流相角：	0.00	°
平均電流：	0.00	A	頻率：	0.00	Hz
AB相電壓：	0.00	V	A相功因：	1.00	
BC相電壓：	0.00	V	B相功因：	1.00	
CA相電壓：	0.00	V	C相功因：	1.00	
平均電壓：	0.00	V	平均功因：	1.00	
正向有效電能：	0.00	Kwh	反向有效電能：	0.00	Kwh
量測時間：	2013/12/6 下午 11:50:00		備註：		

Copyright since 2012 35005114

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

直流發電機：
操作者點選此頁面
後，系統將會顯示
直流發電機之最新
一筆資料。如下頁
圖所示。

嘉義大學 機械與能源工程學系
綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

型式： 直流發電機 狀態： ●



今日發電量：	0.00	KWH
累計電度：	0.00	KWH
即時瓦數：	0.00	W
即時電壓：	0.00	V
即時電流：	0.00	A

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

太陽能發電機：
操作者點選此頁面
後，系統將會顯示
太陽能發電機之最
新一筆資料。如下
頁圖所示。



實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

風力發電機：
操作者點選此頁面
後，系統將會顯示
風力發電機之最新
一筆資料。如下頁
圖所示。

嘉義大學 機械與能源工程學系
綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析

首頁 系統設定 歷史資料查詢 報表查詢 即時顯示

名稱：垂直軸風機系統	狀態：正常	名稱：水平軸風機系統	狀態：正常
今日發電量：0.00 KWH		今日發電量：0.00 KWH	
累計電度：0.00 KWH		累計電度：0.00 KWH	
即時瓦數：0.00 W		即時瓦數：1.00 W	
即時電壓：0.00 V		即時電壓：0.00 V	
即時電流：0.66 A		即時電流：0.02 A	
偵測時間：2013/12/6 下午 11:55:00		偵測時間：2013/12/6 下午 11:55:00	
備註：		備註：	

實驗單元十二 監控系統介紹與 操作

風速限制設定：
若偵測到之風速大
於限制設定值，則
系統將會使太陽能
板打平。

The screenshot shows a web application interface for wind speed limit setting. At the top, there is a blue header with the text "嘉義大學 機械與能源工程學系" and "綠色能源系統整合教學平台-智慧電表監控分析". Below the header is a navigation menu with buttons for "首頁", "系統設定", "歷史資料查詢", "報表查詢", and "即時顯示". The main content area is titled "風速限制設定" and contains a red warning message: "※若偵測到之風速大於限制設定值，則系統將會使太陽能板打平". Below the message, there is a green box displaying "目前風速之限制： 9 m/s". Underneath, there is a yellow box with a text input field for "設定風速上限：" followed by "m/s" and a "送出" button. At the bottom of the page, there is a blue footer with the text "Copyright since 2013 新曜科技".

實驗單元十三 電壓三相不平衡 介紹

● 實驗目的：

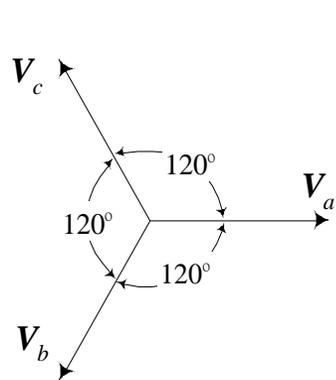
- 使學生了解何謂三相不平衡，並解說發生原因。

實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹

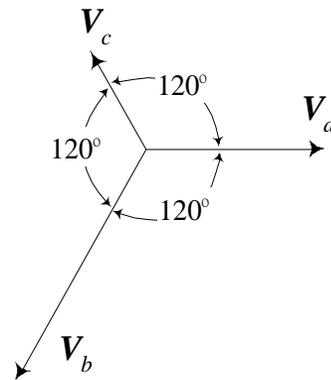
● 原理說明：

- 良好的三相電壓除了振幅、頻率、諧波成份都符合標準之外，三相電壓的對稱性也是重要的指標之一。理想的三相電壓是三相電壓的大小相等，任兩相之間的相位相差 120° ，如果三相電源偏離了這兩個條件，我們就稱為三相電壓不平衡。

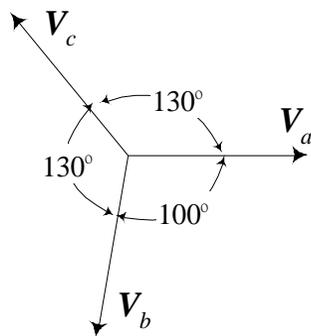
實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹



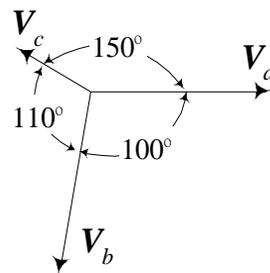
(a)



(b)



(c)



(d)

- (a) 平衡三相電壓；
- (b) 相位平衡但大小不相等；
- (c) 大小相等但相位差不等；
- (d) 大小、相位差均不等

任兩相之間的相位相差 120°

實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹

電壓不平衡之影響：

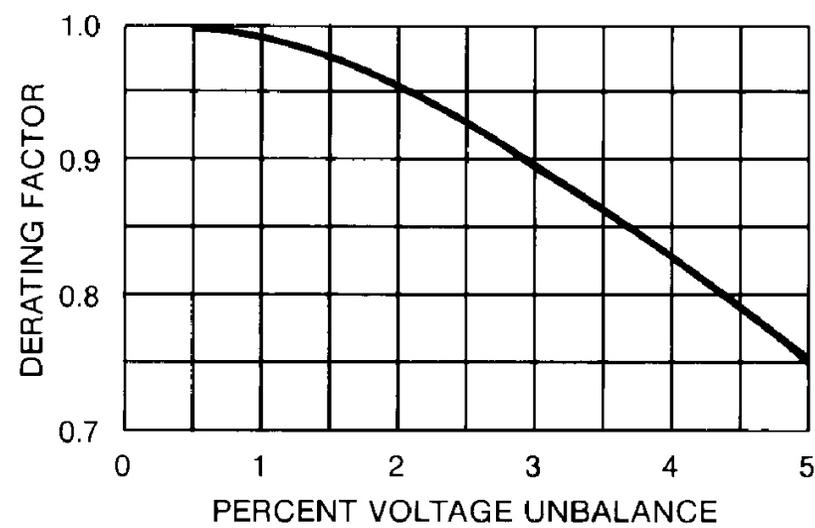
不平衡的三相電壓含有額外的零相序及負相序電壓。對三相無中性線之負載而言，零相序阻抗為無限大，因此零相序電壓對這類負載沒有明顯的影響。許多低壓商業及住宅配電系統都有大量的單相負載，這些負載饋入三相系統之後大多會有相當程度的不平衡，饋線的中性線電流和負載不平衡的程度有密切的關係，過大的中性線電流會影響保護電驛對接地故障的偵測，因此電力公司必須經常檢討單相負載的分配，以避免中性線電流過大。

實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹

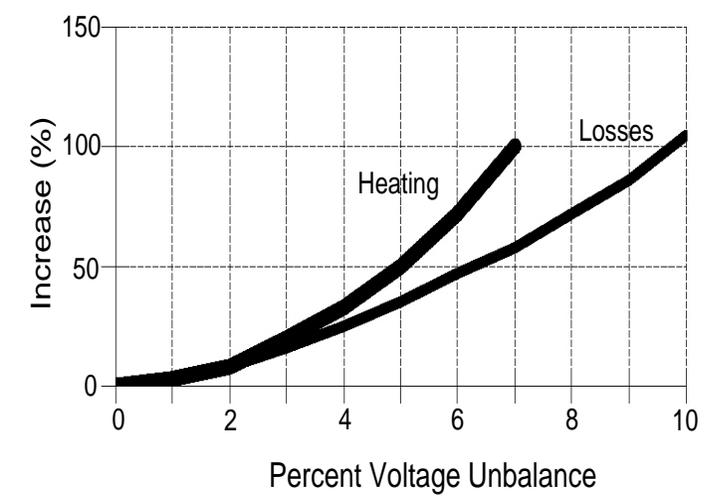
電壓不平衡對旋轉電機之影響：

以最常用的三相感應電動機為例，其負相序阻抗遠小於正相序阻抗，所以即使是輕微的電壓不平衡也會引起可觀的負相序電流，導致電動機定子繞組額外之銅損，使電機之溫升過高。負相序電流引起的過熱，會破壞繞組之絕緣，使繞組產生捷路，致使有效匝數減少，最後引起故障。如果在不平衡的供電狀態下想要避免電動機過熱，就必須減少其機械負荷，其效果相當於減少電動機的有效容量，我們稱這樣的情形為「減額運轉」(derating)，例如一部額定10馬力的電動機在不平衡電壓下，可能只能輸出7.5馬力。

實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹



NEMA GM 1-1993對感應電動機操作，在不平衡電壓下所建議的減額



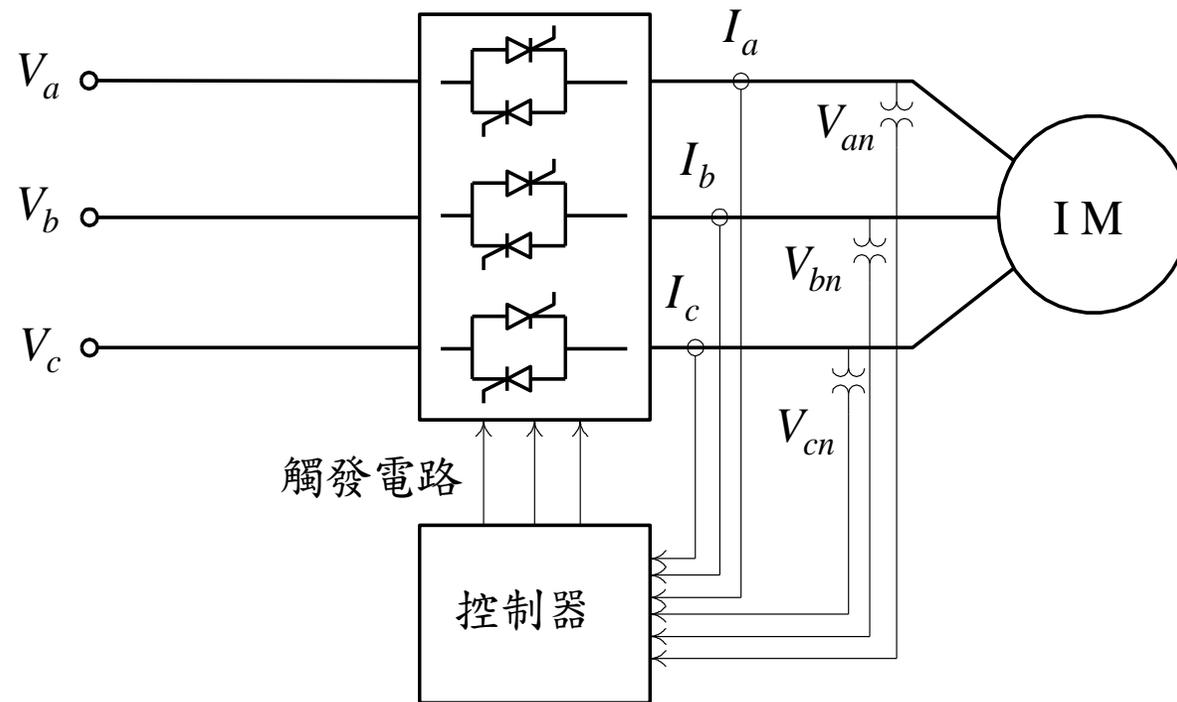
壓不平衡使電動機的溫升與損失都快速增加

實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹

電壓不平衡的改善：

配電系統的負載可使用自動或手動轉供開關來改變系統的架構，以降低負載不平衡的程度。對於大容量的單相負載如電氣鐵路等，或是三相隨機變動的不平衡負載如電弧爐等，則可以考慮使用專線供電，以減少對其他用戶的干擾。並聯式的靜態無效功率補償器(SVC)可快速的調整電壓，已經用來改善由於變動負載所引起的電壓不平衡。

實驗單元十二 電壓三相不平衡 介紹



利用雙向閘流體控制感應電動機之電源電壓以修正電壓不平衡

綠色能源系統 — 未來貢獻

- 綠色智慧電力系統的未來貢獻
 - 住宅用戶端:
 - 綠色智慧電力系統進行最佳與最經濟的電力調度；除是電力用戶也是發電業者，藉由綠色發電、儲能、離峰買電、尖峰賣電來創造最大的經濟收益。
 - 電力網路端:
 - 等同是有無數的小型發電與儲能設備分散於各地，減少對單一發電機組的依賴，且有效進行離峰時間的電力儲存，減少能源的浪費。
 - 國家能源端:
 - 分散式的綠色發電/儲能系統，增加能源的自主性與電力安全性，減少CO₂的排放，減少對大型發電機組的依賴。

參考資料

[1] Exxon Mobil Corporation 203, http://www.exxonmobil.com/Corporate/energy_outlook.aspx

[2] IEA, International Energy Agency, WEO 2010, World Energy Outlook 2010, <http://www.iea.org/>, 100年9月6日

[3] GWEC, Global Wind Energy Council <http://www.gwec.net/>

[4] http://www.taipower.com.tw/content/q_service/images/main_3_6_3.pdf

[5] <http://www.solargold.tw/calc.aspx?g1=2&g2=3.45&g3=1.5&g4=30.5&g5=1.16&g6=10.5>

[6] http://www.mrpv.org.tw/about_5_4.aspx

[7] <http://www.klb.com.tw/dbf/KPH75-12N.pdf>