

出國報告（出國類別：實習）

「太陽光電系統之規劃設計與其電能
轉換設備蒐集資料技術」實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：陳盈在 主管電控

派赴國家：法國、義大利、西班牙

出國期間：99年10月13日至99年10月26日

報告日期：99年12月23日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

「太陽光電系統之規劃設計與其電能轉換設備蒐集資料技術」實習

頁數 40 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳盈在/台灣電力公司/營建處/主管電控/ (02) 2366-8509

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 其他

出國期間：99年10月13日至99年10月26日

出國地區：法國、義大利、西班牙

報告日期：99年12月23日

分類號/目

關鍵詞：內容摘要：(二百至三百字)

近年來由於溫室效應影響，各國均大力提倡綠色能源及節能減碳推動計畫，配合政府再生能源政策，政府賦予本公司須於近期內設置10MW太陽光電(PV)系統，而目前PV系統之整體發電轉換效率仍差(約為9%~17%)，其受設計規劃影響發電轉換效率，如模組之選用、配置以及電力調節器之運轉方式，均對PV系統之效能比(PR)有重大影響。而大容量太陽光電發電場址佔地廣大，且不易覓得，故如何在此有限的土地場址規劃設計以提升PV系統較佳之發電效益實為重要課題。

太陽光電發電系統進步日新月異，各國仍不遺餘力的研究推展，為瞭解先進國家太陽光電最新的設備技術以及就規劃設計技術作多方面的收集瞭解及研究學習，須赴國外先進國家太陽光電設備廠家Schneider瞭解此方面之先進技術；藉由此次實習能對個人專業有所提升，進而對公司日後太陽光電發電系統設備規劃有所助益，並作為本公司研訂採購規範之參考。

目錄

目 錄.....	3
壹、前言.....	4
貳、行程.....	5
參、太陽光電系統規劃設計與電能轉換設備蒐集資料技術...	6
一、基本介紹.....	6
二、原理說明.....	7
三、Inverter構造及概要說明.....	15
四、應用技術說明.....	31
肆、心得與感想.....	34
伍、建議事項.....	37
陸、結語.....	39

壹、前言：

本次出國計畫任務為「太陽光電系統之規劃設計與其電能轉換設備蒐集資料技術」實習；近年來由於溫室效應影響，各國均大力提倡綠色能源及節能減碳推動計畫；本處負責再生能源計畫包含太陽光電發電系統之規劃設計、技術規範擬定、招標作業及圖審等多項工作，需蒐集相關技術規範與設計資料作為編擬契約規範之參考，故派員至太陽能光電設備廠家實習，學習及了解其設置之經驗、工程回饋、相關技術與運作情形，以及規劃設計與後續運轉維護應注意事項…等，對後續工程進行及營運單位之運維有所助益，並提升太陽光電發電計畫之整體效益。

太陽光電發電系統進步日新月異，而目前PV系統之整體發電轉換效率仍差(約為9%~17%)，其受設計規劃影響發電轉換效率，如模組之選用、配置以及電力調節器之運轉方式，均對PV系統之效能比(PR)有重大影響，而大容量太陽光電發電場址佔地廣大，且不易覓得，故如何在此有限的土地場址規劃設計以提升PV系統較佳之發電效益實為重要課題，亟需蒐集相關技術規範與設計資料作為編擬契約規範之參考，故前往Schneider法國、義大利及西班牙分公司蒐集相關資料；藉由此次實習能對個人專業有所提升並瞭解歐洲廠家此方面之先進技術，進而對公司日後太陽光電發電系統規劃有所助益，作為本公司研訂採購規範之參考。

貳、行程：

期間國家/城市/機構 工作內容

10/13~10/14 (台北-巴黎) -----往程

10/15~10/17 法國巴黎太陽光電發電技術實習 (規劃設計研討、應用技術討論及技術資料蒐集)

10/18~10/22 義大利米蘭及布林底西太陽光電發電技術實習 (參訪當地43MWp PV 電廠、應用技術討論及資料蒐集)

10/23~10/24 西班牙巴塞隆納太陽光電發電技術實習 (參訪製造工廠及PV 電廠)

10/25~10/26 (巴黎-台北)-----返程

參、太陽光電系統之規劃設計與其電能轉換設備蒐集資料技術內容

「太陽光電系統之規劃設計與其電能轉換設備蒐集資料技術」內容大綱概略可分為：

- 一、 基本介紹
- 二、 原理說明
- 三、 構造及概要說明
- 四、 應用技術說明

茲分別敘述如下：

一、 基本介紹

Schneider 於西元 1836 年成立於法國 Le Creusot，當時稱為 **Groupe Schneider**，至 1975 年 Merlin Gerin 加入了 Schneider 集團；到了 1988 年時 Schneider 集團亦併購了 Telemecanique 公司，至 1999 年時 **Groupe Schneider** 則改名為 **Schneider Electric**，重點項目為電力與控制項目，到了 2008 年則併購了 Xantrex，2009 年併購 AREVA T&D 部門，至 2009 年時全球員工約 10 萬人，營業額約 158 億歐元。該公司近年來更在太陽能產品應用的研發上持續投入大量的資源，做為全球能源管理的領導企業，提供給不同的客戶群如住宅、樓宇及發電廠最專業、高品質及高穩定度的太陽光電解決方案，實現高效能源管理。

二、 原理說明

太陽是萬物形成及成長之母，太陽光照射整個地球表面 1 小時內的能量大約 5×10^{20} 焦耳，約可提供全人類使用 1 年的電力(2005)，而太陽還可以繼續發光 50 億年以上，我們理應妥善運用此資源。

太陽光電是乾淨、無污染且隨手可得的能源，而且取之不盡用之不竭。在石化能源逐漸短缺時代，太陽能發電是解決能源危機之一選擇，太陽光電池 (Solar Cell 物理學上稱為 Photovoltaic Cell 簡稱為 PV) 係一種利用太陽光直接發電的光電半導體薄片，它祇要一照到光，瞬間就可輸出電壓及電流，此種太陽能光電池簡稱為太陽能電池或太陽電池(在台灣的早期翻譯書籍上直接引用日文中的漢字，其實不是 battery 而是 cell)，又可稱為太陽能晶片。而矽(silicon)是目前通用的太陽能電池原料的代表，目前在市場上又可區分為：1、單結晶矽。 2、多結晶矽。 3、非結晶矽。而目前消費市場應用(切割後封裝)上大多為單晶矽及非晶矽兩大類，原因是：一、單晶效率最高。 二、非晶價格最便宜，且無需封裝，生產也最快。三、多晶的切割及下游再加工較不易，而前述兩種都較易於再切割及加工。但是"模組封裝"(太陽能光發電工程應用板材)為單晶與多晶為主，原因是：非晶效率太低且產品壽命也太短。太陽光電池材料種類如下圖 1：

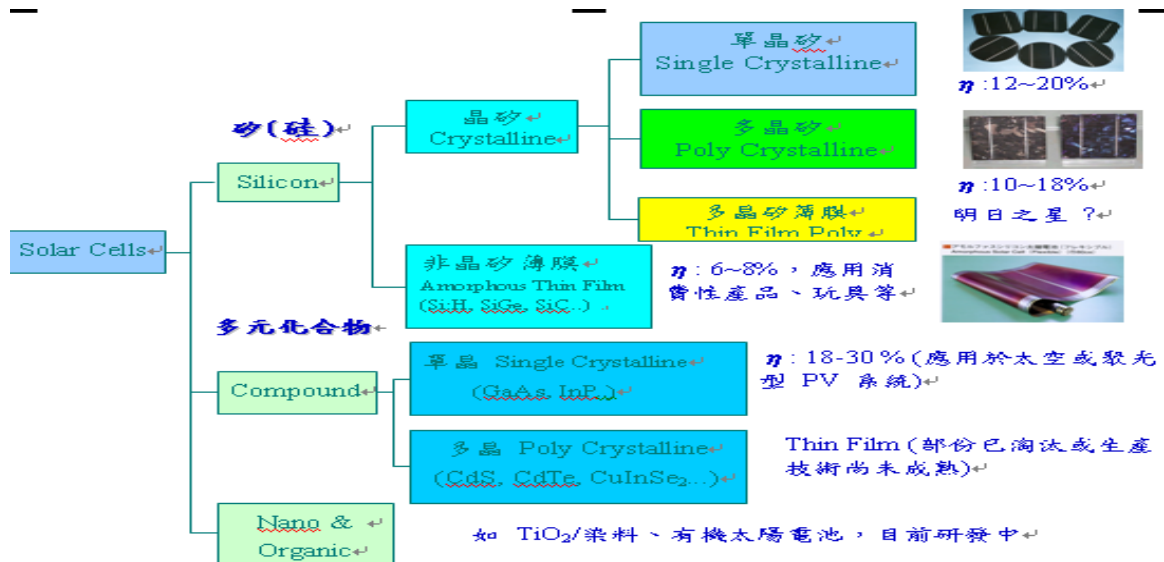


圖 1：太陽光電池材料種類

太陽能電池的發電能源來自於光的波長，太陽光是一種全域波長，而白熾燈的波長與日光燈的波長不同，太陽能電池以陽光或白熾燈之波長為較適用，而太陽能電子計算機上的太陽能電池是屬於"室內型的非晶"，如果長期拿到戶外曝曬，且串並聯為較大電壓及電流時，將導致其內部連結組織燒斷而損壞，這是過去有人因錯用材料(以為太陽能電池只有一種)，卻誤以為所有的太陽能電池都不實用的原因。

大部分的太陽電池是用兩層非常薄且經特殊處理的結晶矽做成的。正常情況下，矽裡面並沒有自由電子，所以矽是非常好的絕緣體，但是如果將矽加入一些雜質，來改變它的屬性，如此使其變成較好的導體(在製程稱為摻雜質)。例如加入少量的磷，則在結晶體會額外的電子，生成「n極」(負極)半導體，而其電流載體為負電子。若加入少量的硼，則在結晶體會減少電子，即結晶體內因少了電子而有「電

洞」，生成「p極」（正極）半導體，這些電洞作用如同是正電荷。當這兩種半導體接合在一起，他們形成一個「p-n 接合點」，在接合點處電子和電洞會重新排列形成電荷流動的阻礙。當太陽光撞擊太陽電池時，由光電效應會產生電子和電洞，這些電荷被 p-n 接合點的電位差阻礙分開。假如太陽電池的 n 和 p 連接一個外部電路，則電子將從 n 電極側經負載作功後再流向 p 電極側，和電洞結合在一起。如圖 2：上層通常是利用 $1\mu\text{m}$ (10^{-6}m) 厚的 n 型矽製作，在這一層通常用導電格網排成手指狀，以避免太多的光被阻擋掉。底層是 p 型的矽，厚度約 $400\ \mu\text{m}$ ，其背板則連上金屬製電極。

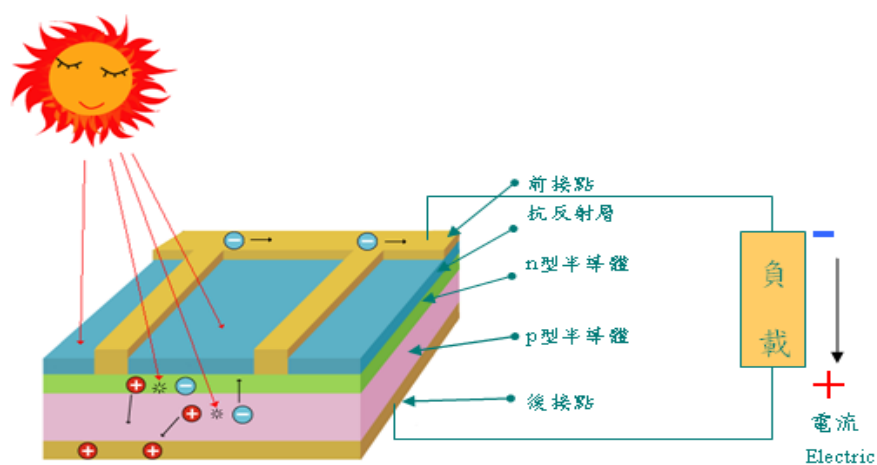


圖 2：太陽電池的構造

太陽電池的主要構造及用途說明：

- 一、 前接點：將電極作成手指狀 (Finger)，以增加太陽入射光的面積。
- 二、 抗反射層：將表面製成金字塔型的組織(Pyramid Texture)

結構，並加入抗反射層，以減少光的反射量。

三、 將金屬電極埋入基板中，以減少串聯電阻。

四、 因金屬與矽的接合處，有大量的缺陷，此易造成逆向飽和電流降低效率，因此製成 PERL(Passivity-Emitter, Rear Locally-diffused) (被動-放射，後面地方散播)，減少實際電極與矽的接觸面積。

五、 點接觸式太陽電池 (Point Contact Cells)，此電池的特點為電極均做在同一面，如此可增加入射光的面積，而且易於焊線。

太陽能製造廠商將太陽能電池稱為 cell，國內業者則慣稱為晶片，把晶片(或依設計所需要的電流進行晶片切割後)焊上箔條導線(焊帶)，再將許多焊好的晶片用箔條串聯成一組，再與低鐵質強化壓紋玻璃(白玻璃)層層疊疊，一同放入層壓機 (Laminate)的機台上做成真空封裝，製成 module (panel)稱之為模組或稱太陽能板，將若干太陽能板組成陣列 (array)，接上過充、放保護控制(controller)及深(循環)放電蓄電池(鉛鈣)以及逆轉變流器 (inverter 直流轉變為交流)，如此整體系統被統稱為：太陽能電力系統，又稱：太陽能發電站。

太陽能板的規格除了外形尺寸之外，另有一些特性數據，其中 V_{oc} =開路電壓， I_{sc} =短路電流， $V_{mp}(V_{op})$ =最大工作電壓， $I_{mp}(I_{op})$ =最

大工作電流， $V_{mp} \times I_{mp} = W$ 瓦 / (最大)功率。在太陽能商品說明書上所看到的數據均以「國際通用標準光源條件」：100mW / cm²(即夏季無雲晴天中午的照度 12 萬 LUX) 及攝氏溫度 25°C 為測試條件。(各地氣候不同，一天中符合如此條件的機會很少，台北 1 年 365 天中也沒幾天符合這樣子的環境條件)。所以實際上的效率是達不到商品型錄上所號稱那麼高的。而為什麼會以 25°C 為測試條件，原因為太陽光電在 25°C 時 I-V 特性曲線最好，如圖 3。

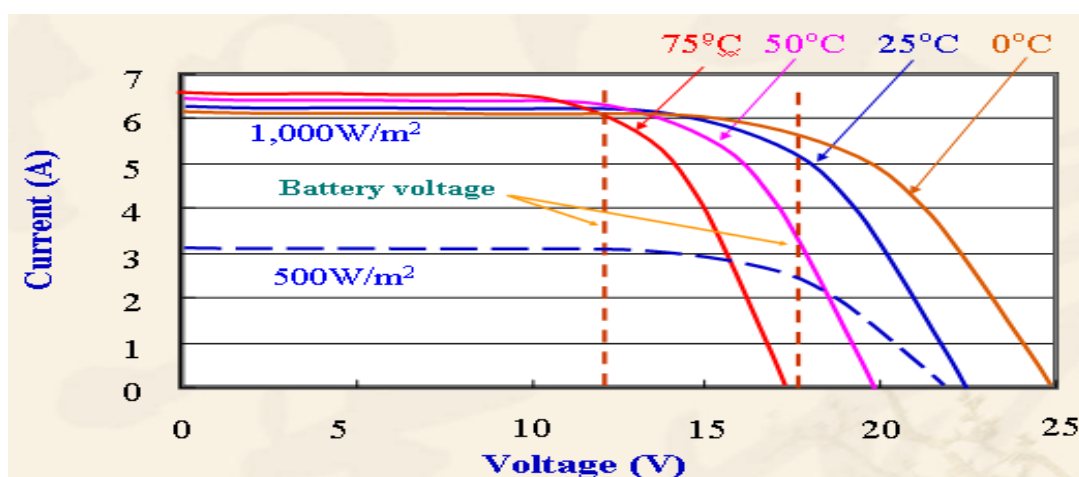


圖 3：不同溫度下太陽電池 I-V 特性曲線

太陽能電池的功能係以其轉換效率作為分等，以單結晶矽來說：商業級（印刷式）晶片從 11%~16%，特殊定製品從 17%~20%，太空級（蒸鍍式）晶片從 16%~24%，當然效率愈高其價格就愈貴，較高效率的晶片要預付款排隊訂購但不一定買得到。在澳洲 1996 年世界太陽能車競賽前，Honda 就將效率達 24% 的晶片全部契約買斷，而 21%~23% 也被其他集

團高價包下，當時地面用太空級晶片只有效率 17%~20%的晶片較有機會買得到，但要預約排到 6~10 個月之後。值得一提的是：經過幾年來世界太陽能車 3000 公里競賽的經驗，發現唯有太空式晶片，才能經得起長途跋涉的顛簸震動(焊接點不易脫落)，這就是以焊接來說：蒸鍍式晶片與印刷式晶片在移動環境(車用)使用下的效果差異。換句話說：固定式(靜止)的太陽能電池模組，可以採用較便宜的印刷式晶片。但以當今現有的焊接科技而言，在移動(震動)的環境下使用太陽能電池時，還是以太空級(蒸鍍式)的太陽能電池較為持久可靠。

要判別一個太陽電池性能的好壞，最重要的就是轉換效率(η)，轉換效率定義為：

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

其中 P_{in} 為太陽光入射功率， P_m 為最大輸出功率， I_m 與 V_m 分別為在最大輸出功率時的電流與電壓。

目前實驗室所製造出的太陽電池，其轉換效率幾乎可以達到最佳的水準，只可惜他們的製造過程多半過於複雜，而且價格昂貴並未大量生產。根據文獻的記載，目前各種太陽電池的最高效率為：單晶矽：24.7%。多晶矽：19.8%。非晶矽：14.5%。GaAs：25.7%。CIGS：18.8%。多界面串疊型(InGaP/GaAs//InGaAs, multijunction tandem cell)：33.3%。

2007年12月30日自由時報報導美國矽谷的Nanosolar公司28日表示，他們已開始正式生產薄膜式太陽能板，這種可屈繞、質輕的印刷式太陽能電池將可為再生能源開創新紀元。而根據英國衛報報導，由於新技術可將製程成本大幅降低一半，接近燃煤發電的成本。以往的太陽能發電成本，每度電約為煤炭發電的3倍，嚴重限制及縮小太陽能的應用範圍和採購意願。該公司派駐瑞士的經理歐德科普表示，第一批太陽能板將用於德國的一家電廠，新技術生產的太陽能板初期將專供大型客戶使用，以維持成本效益，「一般來說規模都要在千萬瓦以上」，同時他指出，相同發電量下，燃燒火力電廠需要10年興建，核電廠更需要15年，而太陽能板只需要6到9個月就可完工。

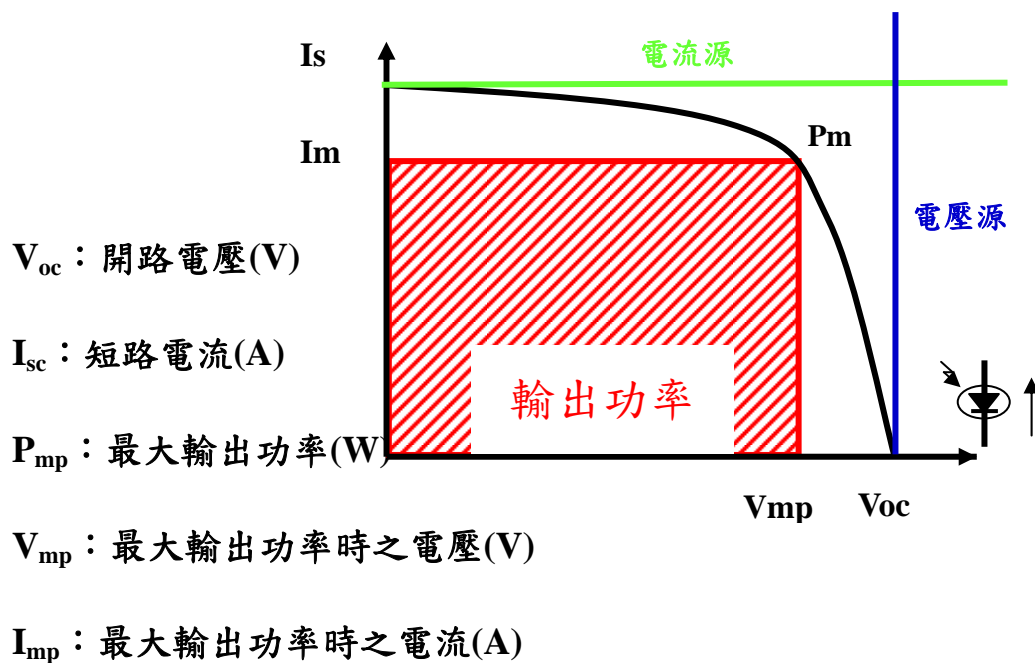


圖 4. 太陽電池之 I-V 特性曲線

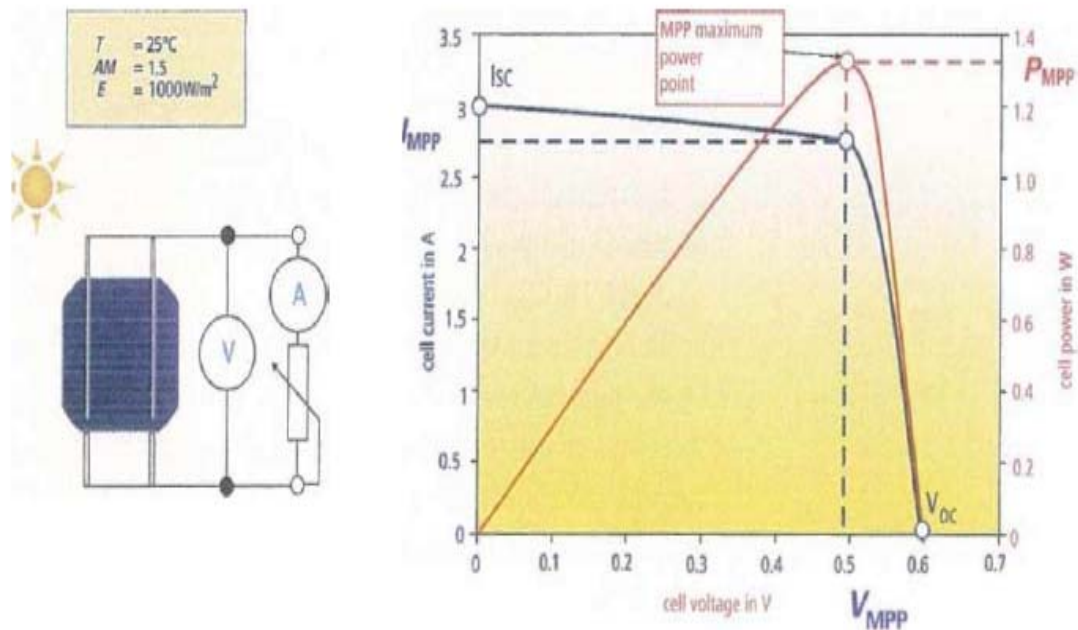


圖 5. 太陽電池最大功率點特性曲線

其中：MPP = Maximum Power Point

太陽能面板都會提供最大短路電流及最大開路電壓的特性曲線，而且會因為日照級週溫而改變，每片太陽能面板都有最大功率點，inverter 主要的功能也是找出此特性區域提供最大輸出功率 MPP = Maximum Power Point，當日照上升時，曲線則會上升導致在同一電壓會有較高的電流，則提高輸出功率，當溫度升高時，電壓則會下降導致電流提升，silicium 矽晶面板電流上升約 $0,025 \text{ mA} / \text{cm}^2 / ^\circ\text{C}$ 電壓則下降 $2,2 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$ ，平均功率則是下降 $0,4 \% / ^\circ\text{C}$

三、 Inverter 構造及概要說明

施耐德太陽能 inverter 系列產品包涵了併聯及電池儲能應用，從單向 2.8kW 到三相 630kW 系列產品，同時符合 UL 或 CE 的國際規範。

由於市電對於太陽能發電併聯的安全及穩定性該公司從一開始抱有懷疑的態度，到後來節能減碳的議題發燒後各個國家製訂了收購電價及保護機制如孤島效應防制，漸漸的從電廠級規模的發電廠也擴充到了大型樓宇及住宅型應用。在此同時，系統的穩定度變成了一大考量，這也是帶動太陽能 inverter 針對市電併聯規範支援了更多的功能，如電壓及頻率比對、壓降承受能力…等。

為了符合市場需求，太陽能 inverter 標準從基本的孤島效應防制衍生到支援與電網互動的功能，在不同的國家也有不同的標準，如 UL 標準還是有孤島效應防制的要求，但是歐洲的標準已經慢慢的走向多元化的電網支援功能；美國使用的標準為 UL1741 與 IEEE 1547，針對 inverter 規格與電網併聯要求設定了特定的規範，若針對低電壓及過電壓的保護級跳脫時間，inverter 則需要針對此標準內建電壓保護功能 (Table 1)。

Table 1—Interconnection system response to abnormal voltages

Voltage range (% of base voltage ^a)	Clearing time(s) ^b
V < 50	0.16
50 ≤ V < 88	2.00
110 < V < 120	1.00
V ≥ 120	0.16

^aBase voltages are the nominal system voltages stated in ANSI C84.1-1995, Table 1.

^bDR ≤ 30 kW, maximum clearing times; DR > 30kW, default clearing times.

針對電網的頻率變化也是如此，但是針對不同容量的太陽能 inverter 亦有不同得上下線及跳脫時間規範。

因為電網是交流電，針對 DC 成分輸出 IEEE 1547 也有要求必須小於 0.5%的額定輸出 (Table 2)。

Table 2—Interconnection system response to abnormal frequencies

DR size	Frequency range (Hz)	Clearing time(s) ^a
≤ 30 kW	> 60.5	0.16
	< 59.3	0.16
> 30 kW	> 60.5	0.16
	< {59.8 – 57.0} (adjustable set point)	Adjustable 0.16 to 300
	< 57.0	0.16

^aDR ≤ 30 kW, maximum clearing times; DR > 30 kW, default clearing times.

針對系統影響的部分還包過了諧波的抑制，針對總諧波 THD 與各次積數/偶數諧波都有標準要求 (Table 3)，本公司亦有相同的規範 (如孤島效應防制需要符合 2 秒鐘內切離市電，以及 inverter 不可有電壓擾動的輸出…等)。

Table 3—Maximum harmonic current distortion in percent of current (I)^a

Individual harmonic order h (odd harmonics) ^b	h < 11	11 ≤ h < 17	17 ≤ h < 23	23 ≤ h < 35	35 ≤ h	Total demand distortion (TDD)
Percent (%)	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0

^a I = the greater of the Local EPS maximum load current integrated demand (15 or 30 minutes) without the DR unit, or the DR unit rated current capacity (transformed to the PCC when a transformer exists between the DR unit and the PCC).

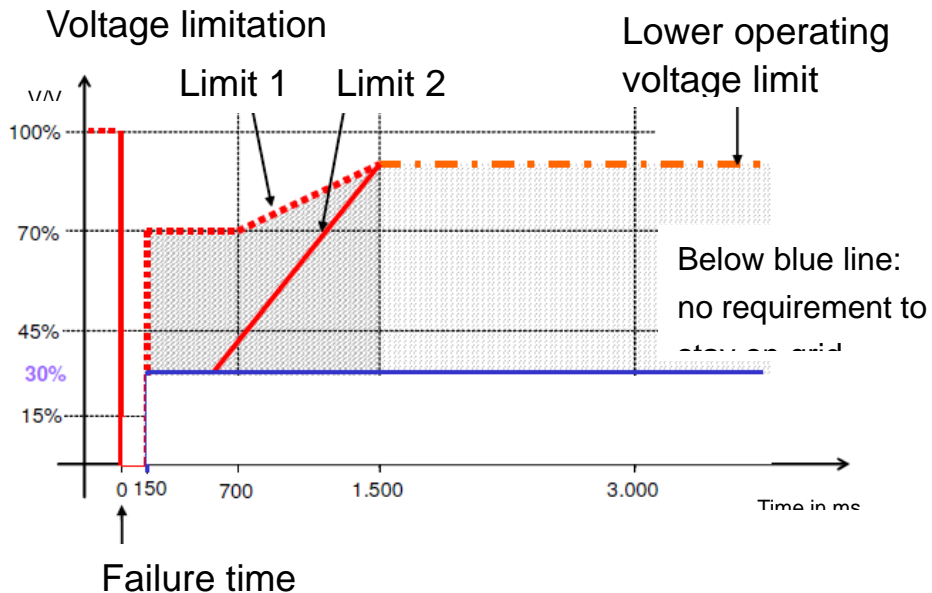
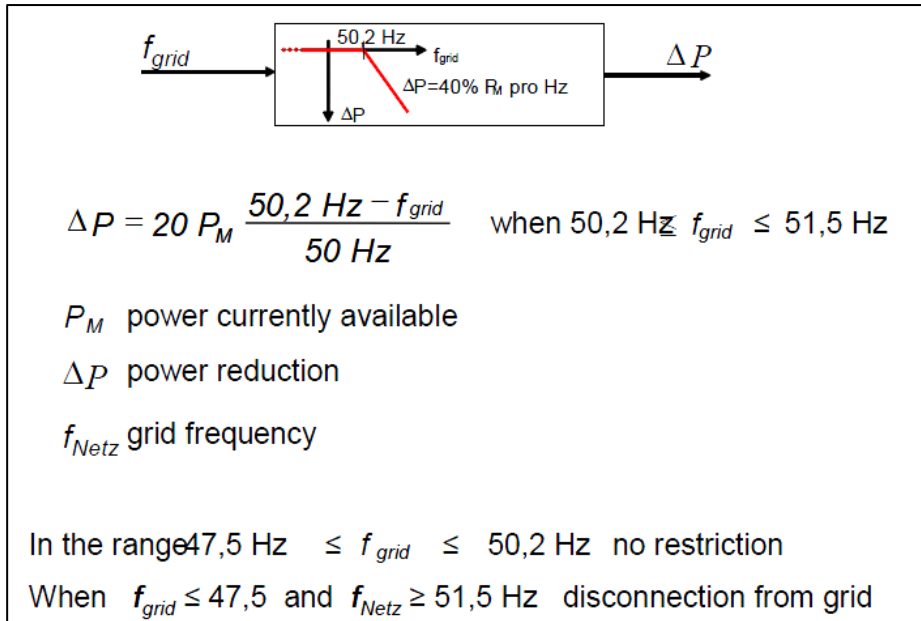
^b Even harmonics are limited to 25% of the odd harmonic limits above.

針對最大短路電流也有規範，inverter 的最大短路電流不可與最大額定輸出電流相差太多，例如：GT500MV 最大額定電流是 1388A RMS，最大短路電流是 2550A Peak - 持續 29.4ms；而市電併聯法規 Rule 21 通常與 IEEE 1547 的內容相同，所以符合 UL 標準的太陽能 inverter 皆屬於通過。另針對歐洲的太陽光電標準，德國與法國剛針對大型太陽能電廠(MV 等級)通過新的市電併聯法規，其它歐洲國家如西班牙與義大利等也會接連通過此法規的建立，雖然內容會因國家不同而有些許差異，但是主要還是會針對部分功能提出標準需求：

- (一) 靜態實功率限制
- (二) 動態實功率降低
- (三) 壓降承受能力 (LVRT)
- (四) 功率因數設定
- (五) 虛功發電 (虛功補償)

(六) 取消孤島效應抑制

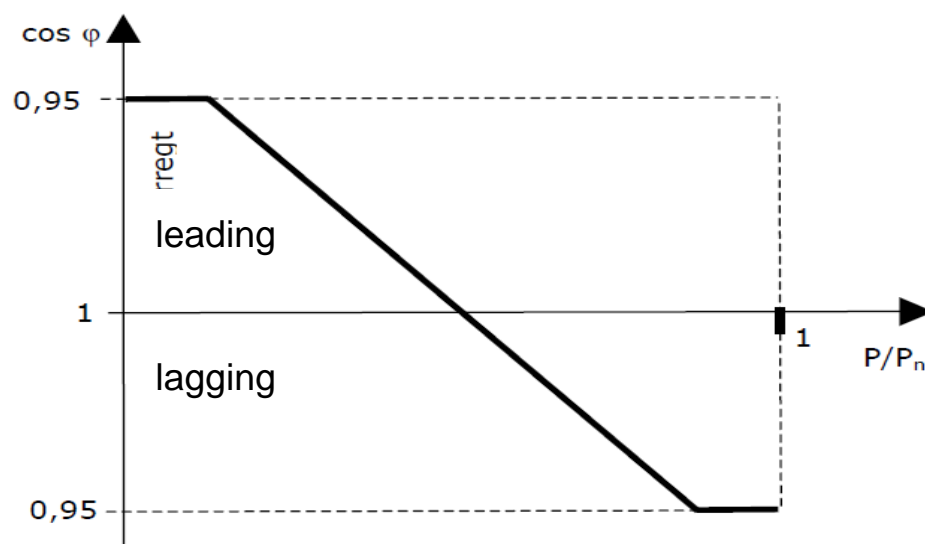
動態實功耗降低主要提供頻率變化對於實功率的影響，確保電網頻率穩定，通常此功能是透過 inverter 自動執行，不需要外部控制，主要針對每 0.1Hz 的變化將低 4% 的實功率輸出，如下圖所示：



壓降承受能力 (LVRT) 主要是針對台電端瞬間電壓降時，inverter 還能持續運轉，通常在完全斷電的情況下，inverter 可運轉約 150ms，

短時間內必須回復到額定電壓的 30%，已期 1.5s 內必須回到 100%方能繼續工作。

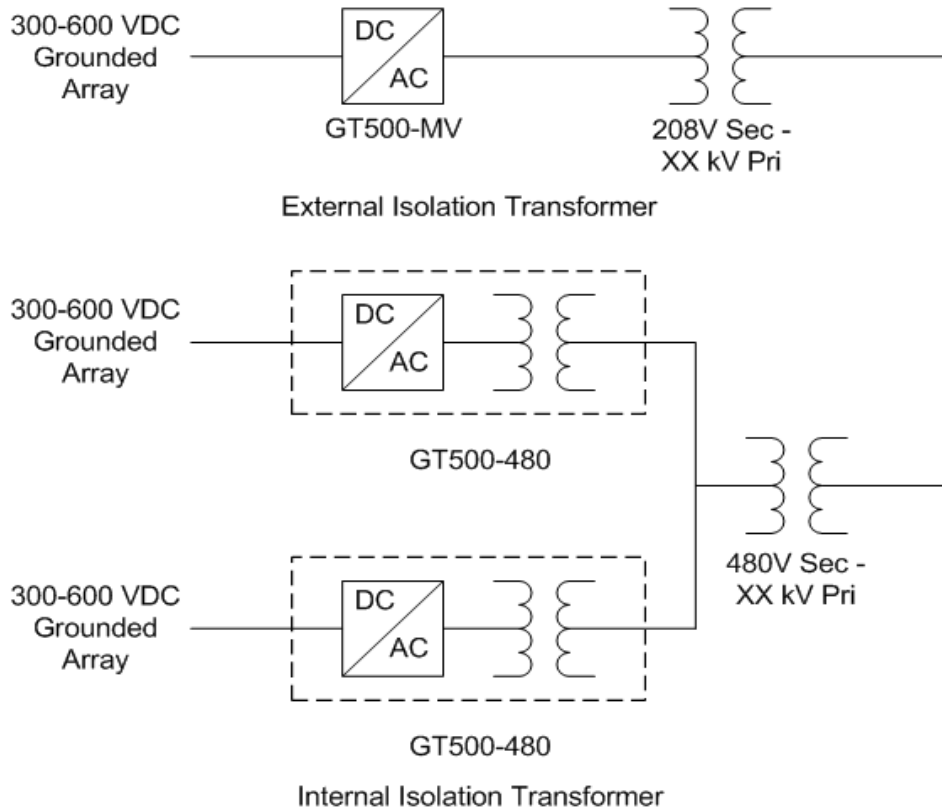
在德國及法國，功率因數調整功能是 inverter 必須擁有的功能之一，但在此功能設定的情況下，在一實功率容量下的 inverter 會因為可以調整功率因數而降低其實功率輸出，除此之外，inverter 還可有（一）虛功發電（虛功補償）（二）提供電網電壓的穩定度（三）可手動遠端設定功率因數或是預設時程等功能。



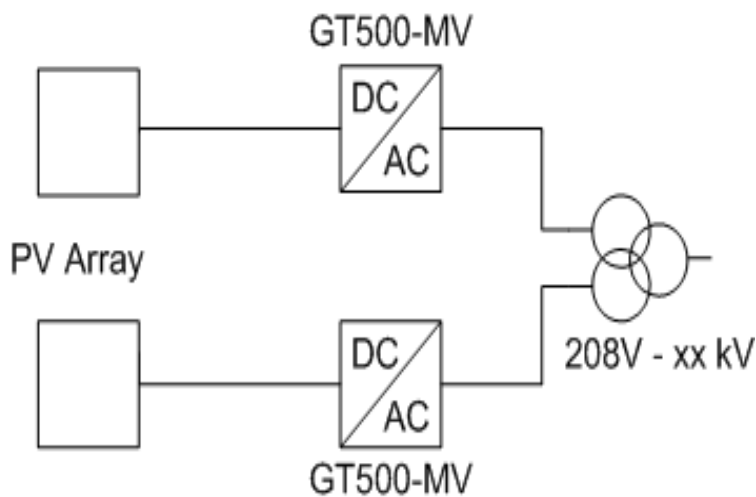
inverter 變壓器主要有兩個功能，第一將 PV 陣列與 AC 系統做第一段的分離，第二針對輸出電壓提升至配電等級電壓或是中壓；一般偏好使用內建變壓器的 inverter，且 inverter 內部有接觸器可以在沒有 DC input 後切離減少銅損。

內建變壓器的 inverter 可以達到 480V 輸出，沒有內建變壓器則是提供 208V 或是 315V；inverter 安裝模式如（圖一），若沒有內建隔

離變壓器，inverter 必須透過外接一對一單繞阻變壓器從 208V 升壓到 11.4 或 22.8kV，如果有內建變壓器的 inverter 則可透過併聯的模式聯接到一台 480-11.4/22.8k 的變壓器做升壓的動作



若沒有內建隔離變壓器而又要透過併聯的模式連接，inverter 必須透過外接二對一雙繞阻變壓器從 208V 升壓到 11.4 或 22.8kV



Manufacturer: Xantrex Technology Inc.

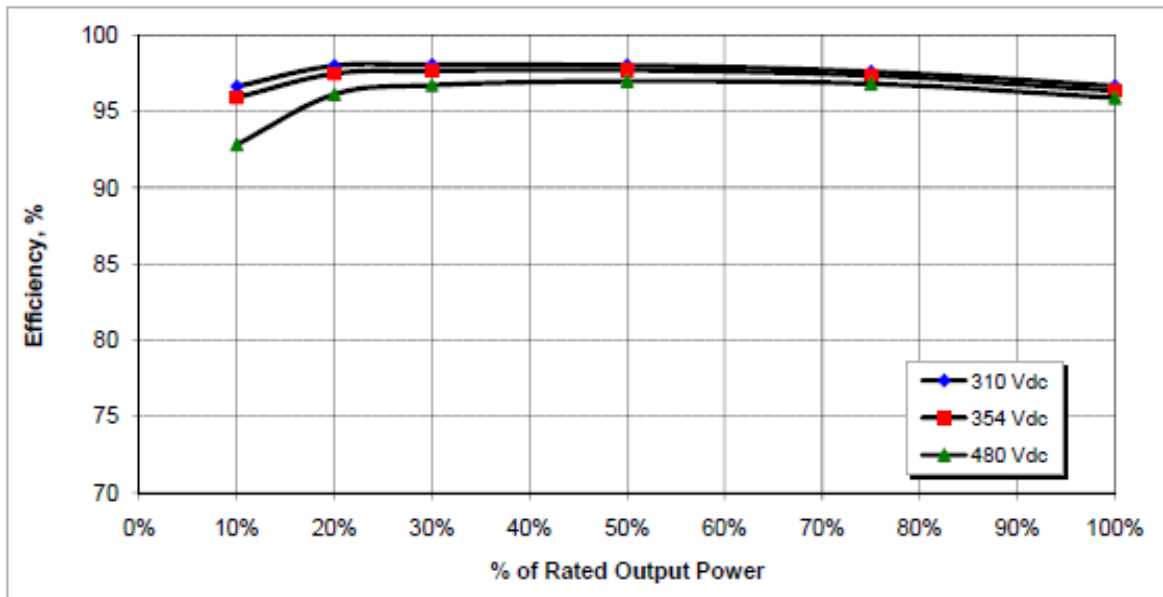
Model #: GT500-MVX

Rated Maximum Continuous Output Power: 500 kW Night Tare Loss: 161 W

Vmin: 310 Vdc Vnom: 354 Vdc Vmax: 480 Vdc

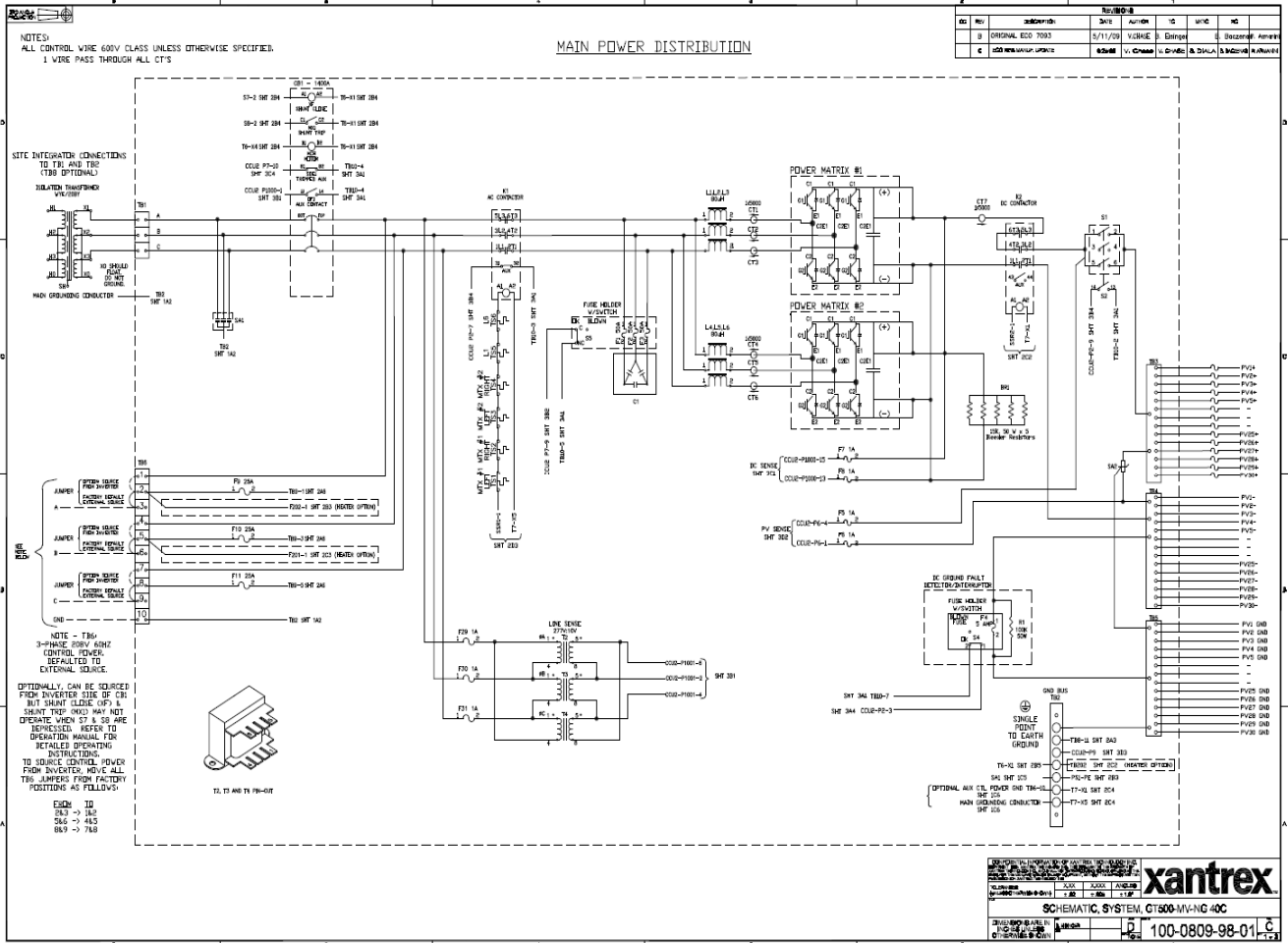
Input Voltage (Vdc)	Power Level (%; kW)						Wtd
	10%	20%	30%	50%	75%	100%	
Vmin 310	96.6	98.0	98.0	98.0	97.6	96.7	97.7
Vnom 354	95.9	97.5	97.6	97.7	97.3	96.3	97.3
Vmax 480	92.8	96.1	96.7	97.0	96.8	95.9	96.6

Inverter Efficiency w/o Transformer = 97.0%



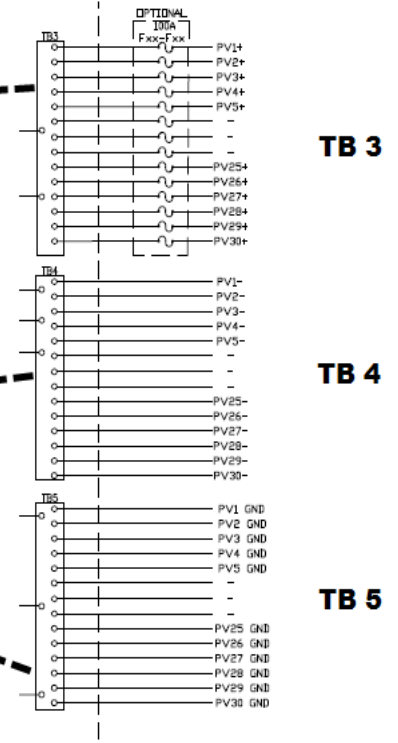
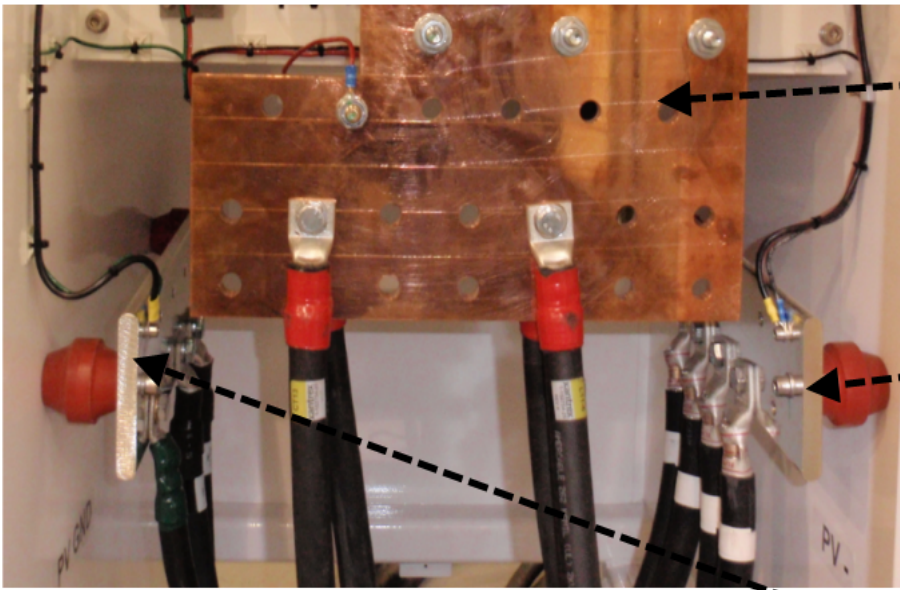
< CEC 認證針對三種電壓及不同額定輸出量測後計算平均值 >

Inverter 元件內部構造說明



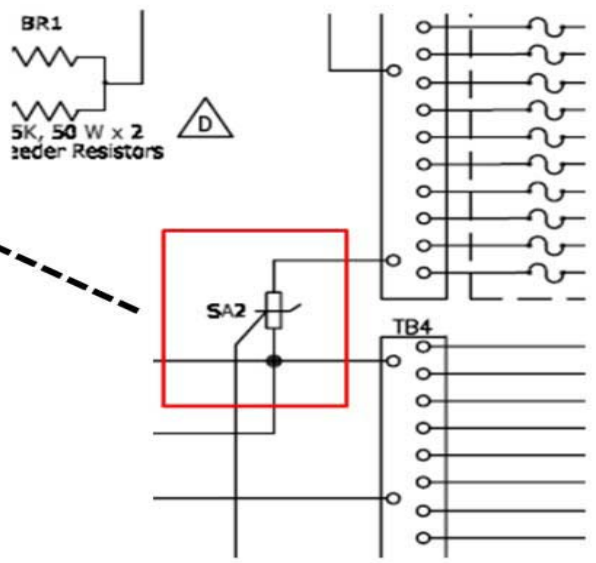
以下針對施耐德 inverter 內部主要的機構與構造做進一步的介紹

從 DC 開始介紹到 AC 端；其中，AC 端有兩個接點，一個是用來提供 AC 併聯的部分，一個則是用來提供期工作電源，避免晚間 inverter 在 Standby 的狀態時同時使用 1kW/\$12.97 的市電

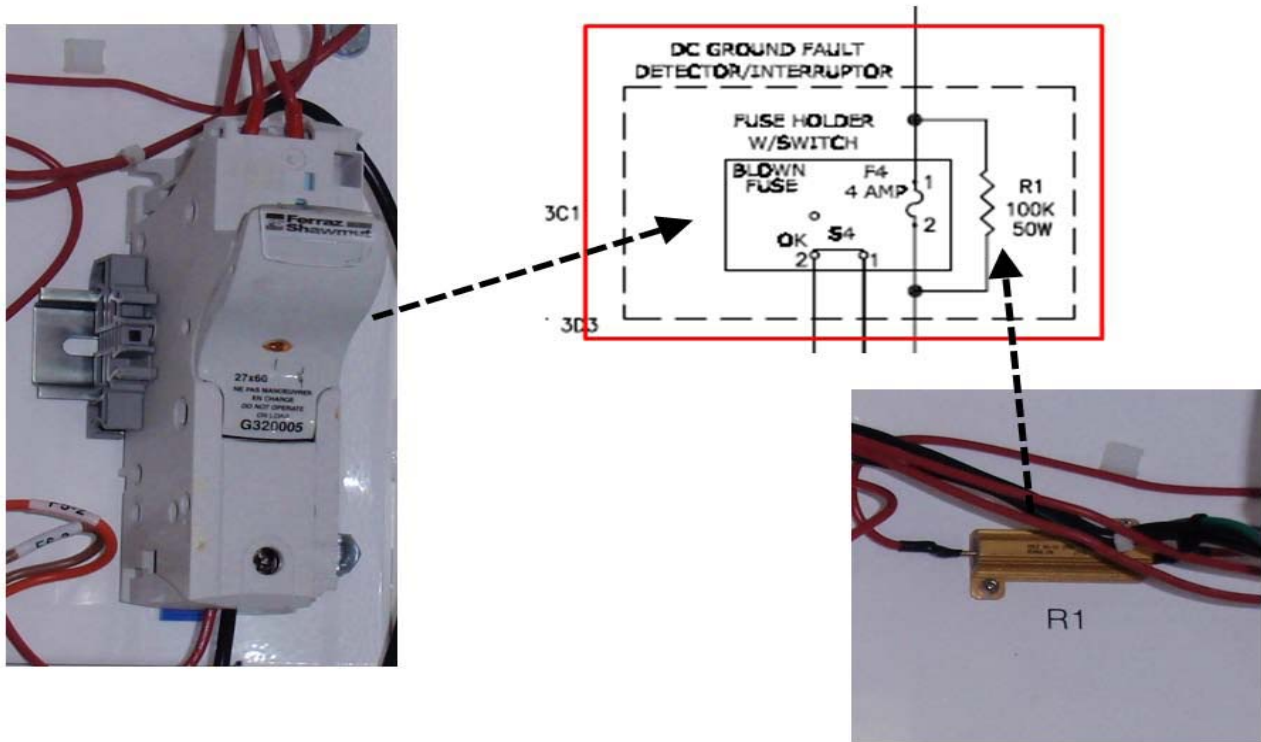


DC Terminals

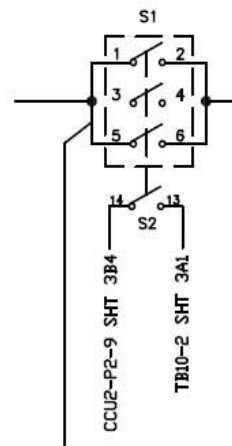
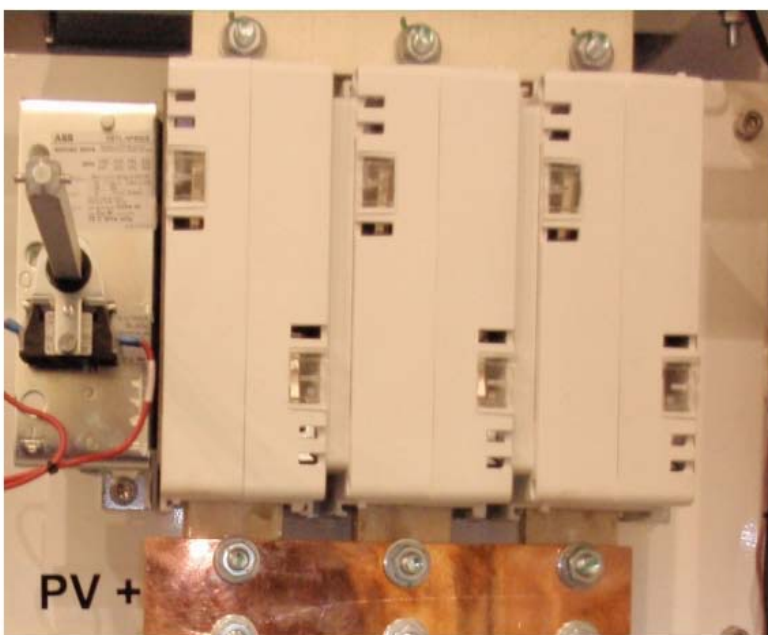
DC 間線短子 正/負/接地



DC 端的突波吸收器避免突波破壞 inverter 設備

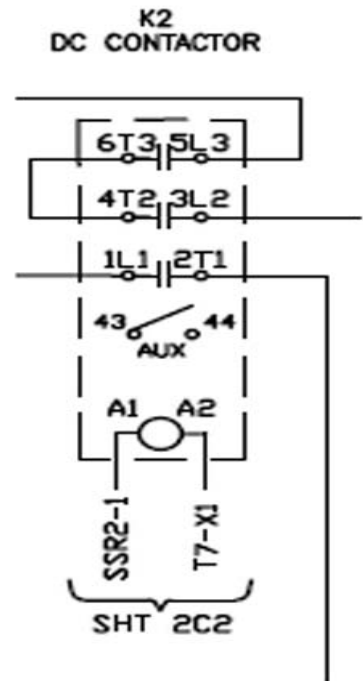
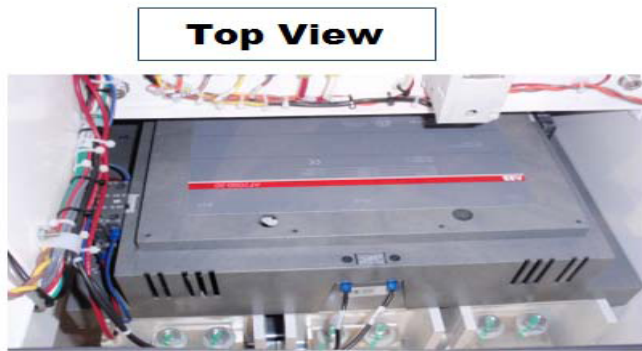


DC 接地故障保護，透過內部熔絲將 inverter 切離

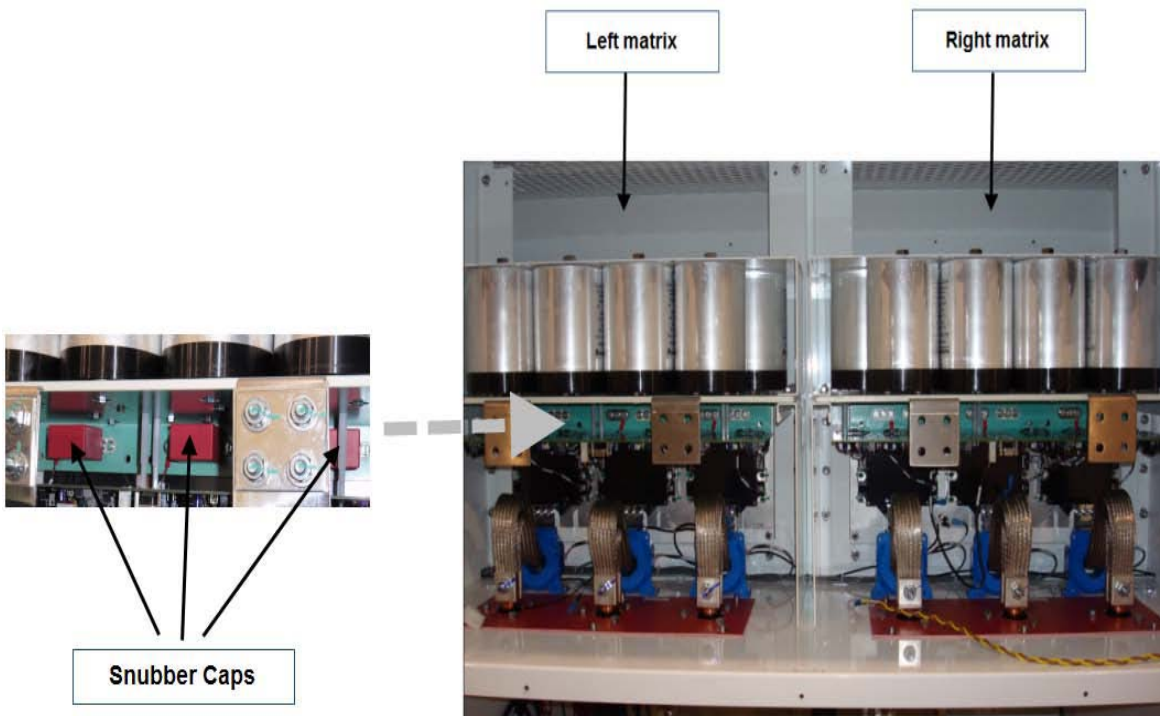


S1

DC 隔離開關，透過外面的操作手把手動切離 DC 端輸入，切離前會先將 inverter2 斷電

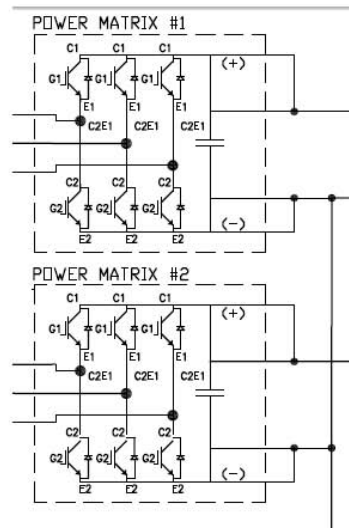


DC 接觸器，自動執行切離動作，在晚上或是沒有 DC 輸入的情況下將 DC 端切離



主要做為穩定電壓，避免 iGBT 切換時導致有過電壓的現象損壞 inverter，

而上方 Current Sensors CT1-CT6 則負責監測及控制 AC 電流輸出

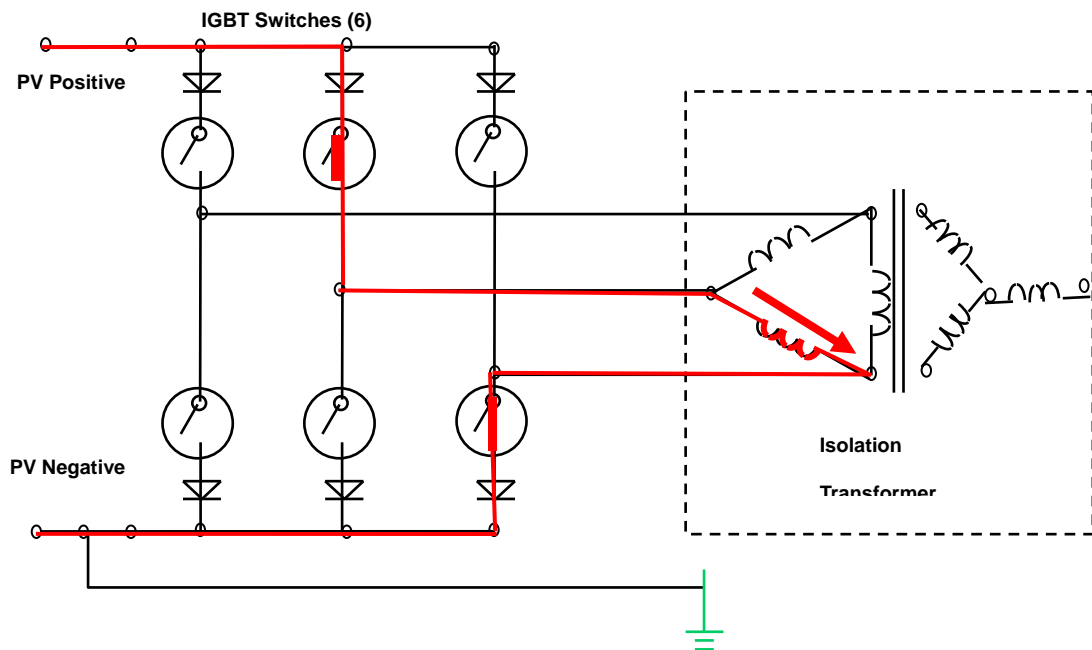
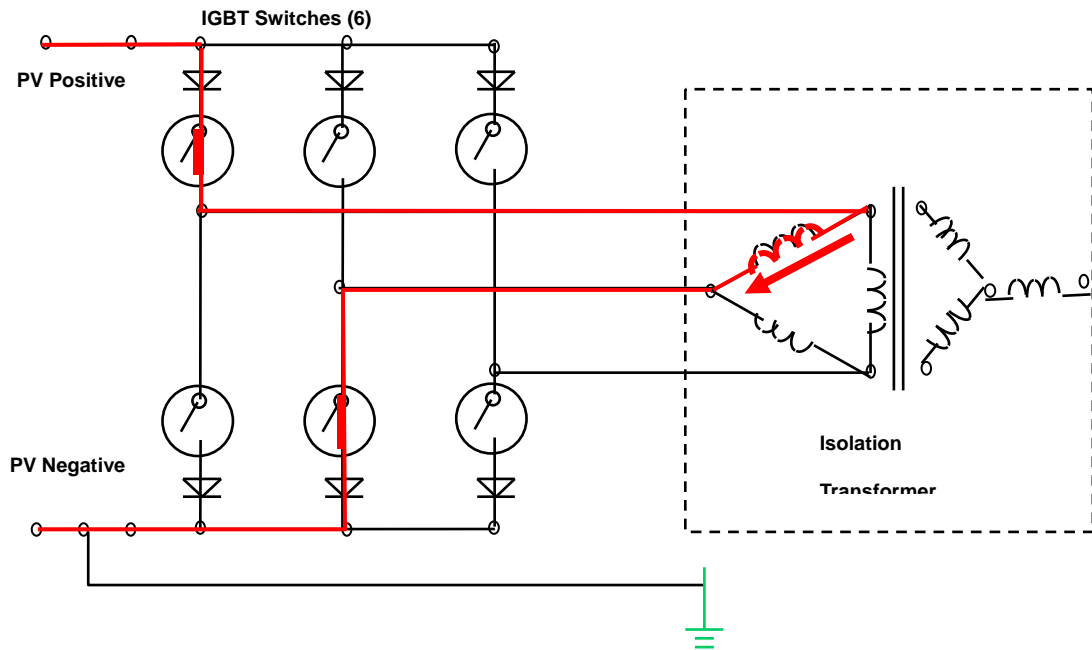


Left matrix

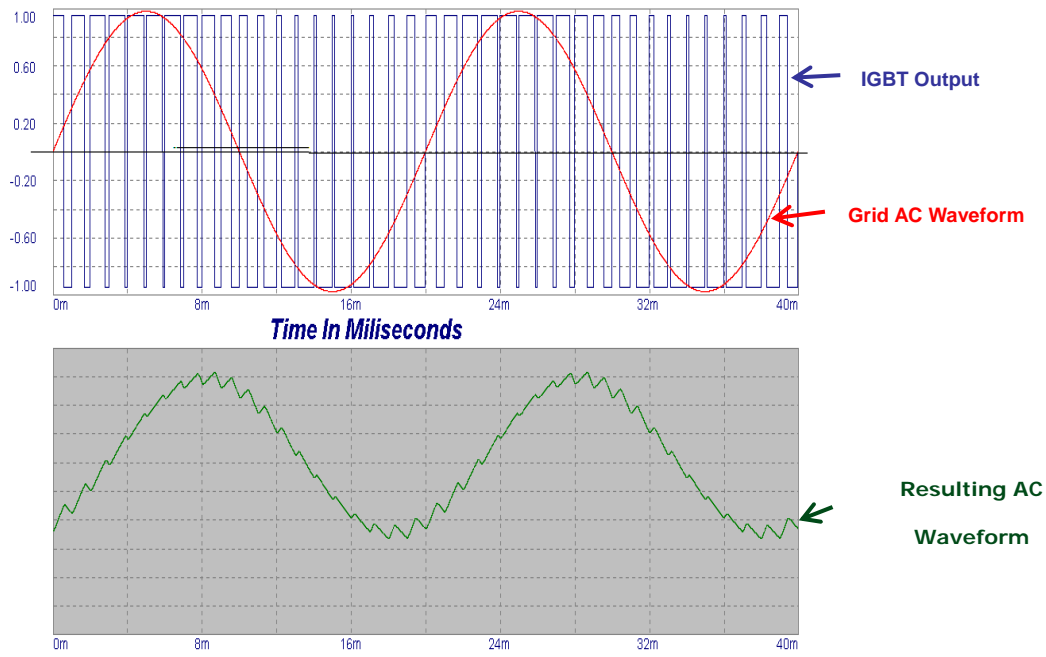
Right matrix



電力電子與電容器組合，GT500 系列 inverter 有兩組，各負責 250kW 切換

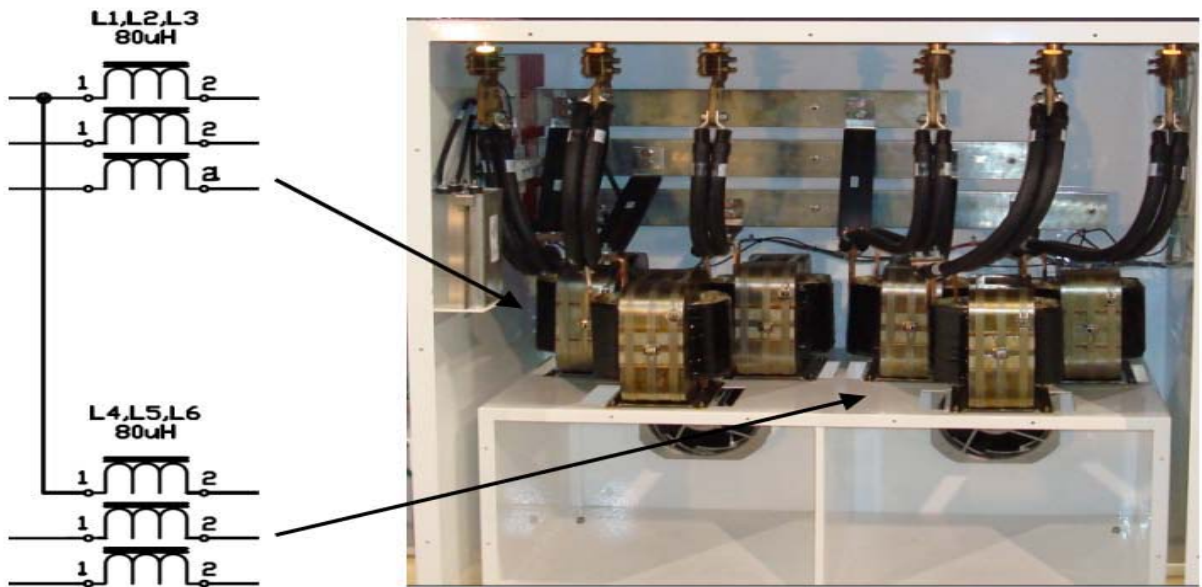


透過電力電子內六組的切換開關快速的執行有順序的切換，產生三相電流

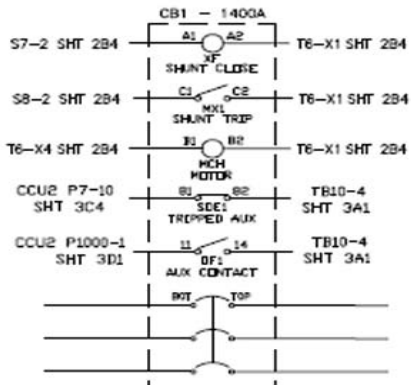


高頻的切換將產生有雜訊的 Sine Wave，再透過 Pulse width modulation 將其輸出過濾型成完美的 Sine Wave

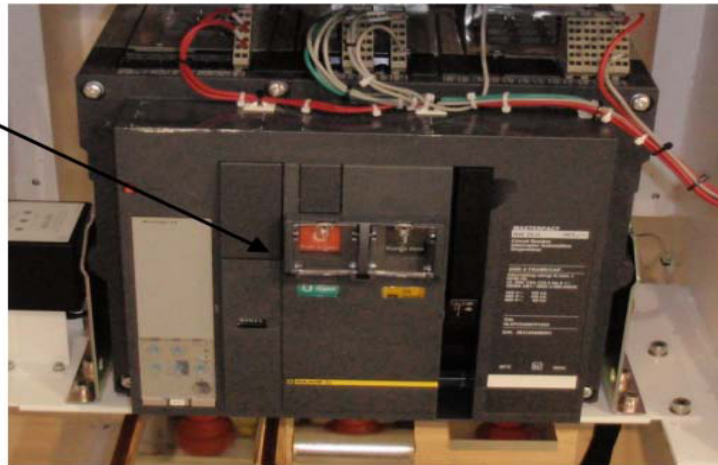
Inductors



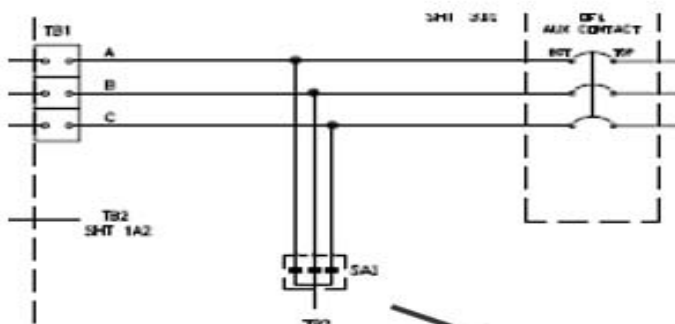
透過 IGBT 切換後的電流會有高諧波函量，必須透過電抗器執行過濾的動作



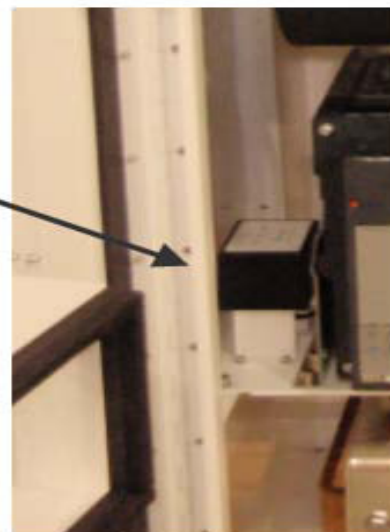
CB1



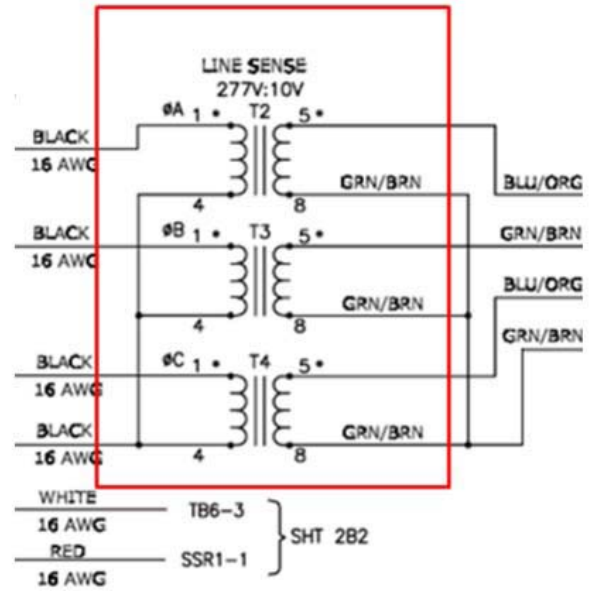
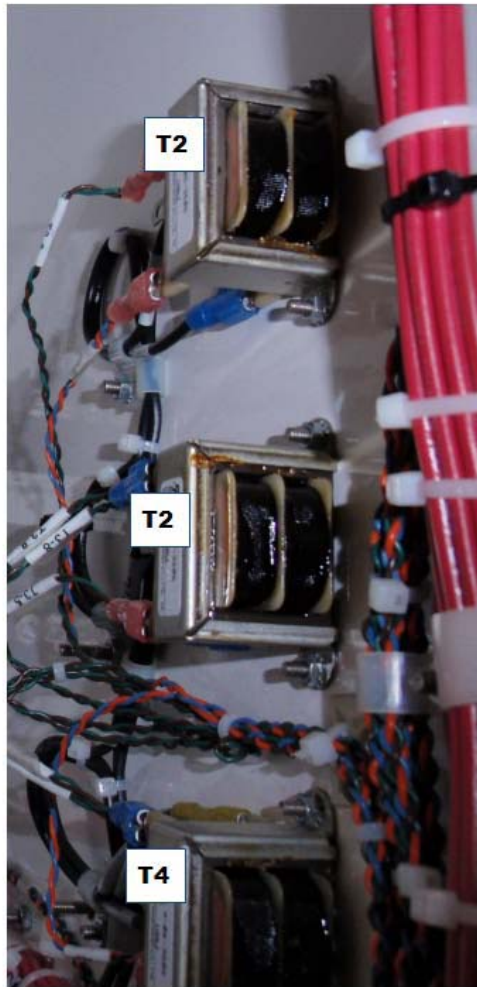
空氣斷路器主要是針對過電流保護，針對長延時已及瞬時保護



SA1 Surge Arrestor



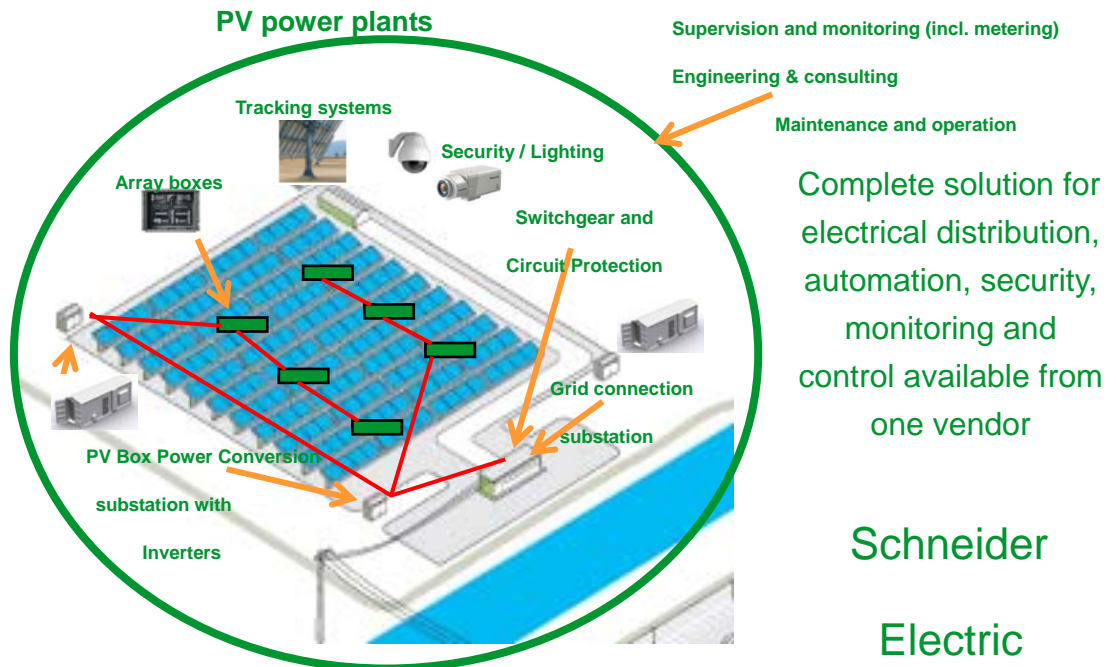
AC 圖波吸收器針對市電端突波保護



隔離變壓器主要則是將DC與AC端隔離，並且將輸出電壓從208V升壓到480V。

四、應用技術說明

施耐德電機提供完整的太陽光電系統解決方案，除了 inverter 外，同時提供配電設備、變電站、追日、保全及完整的監控系統達到統一平台的監控功能，保全系統透過數位攝影機、感熱掃描、網路攝影機的整合，應用光纖傳輸至中控制進行影像記錄及分析。

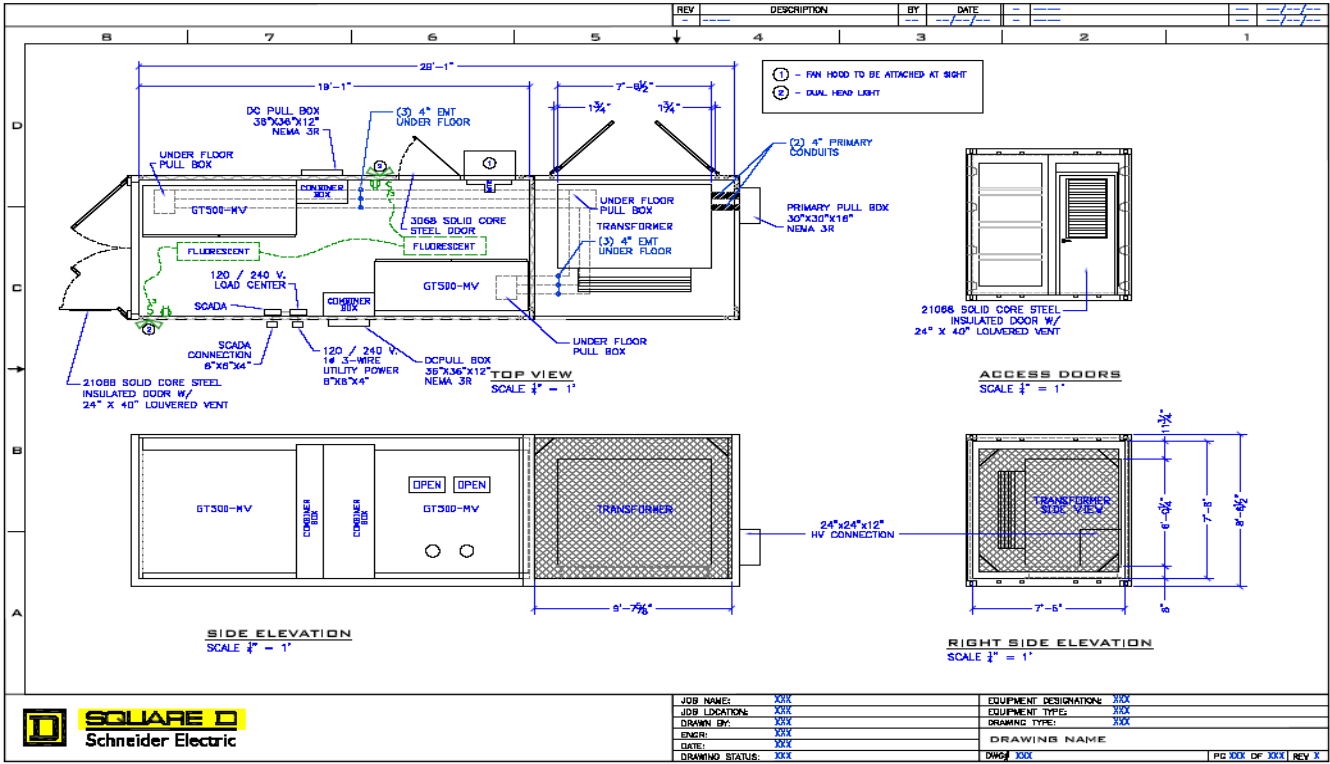
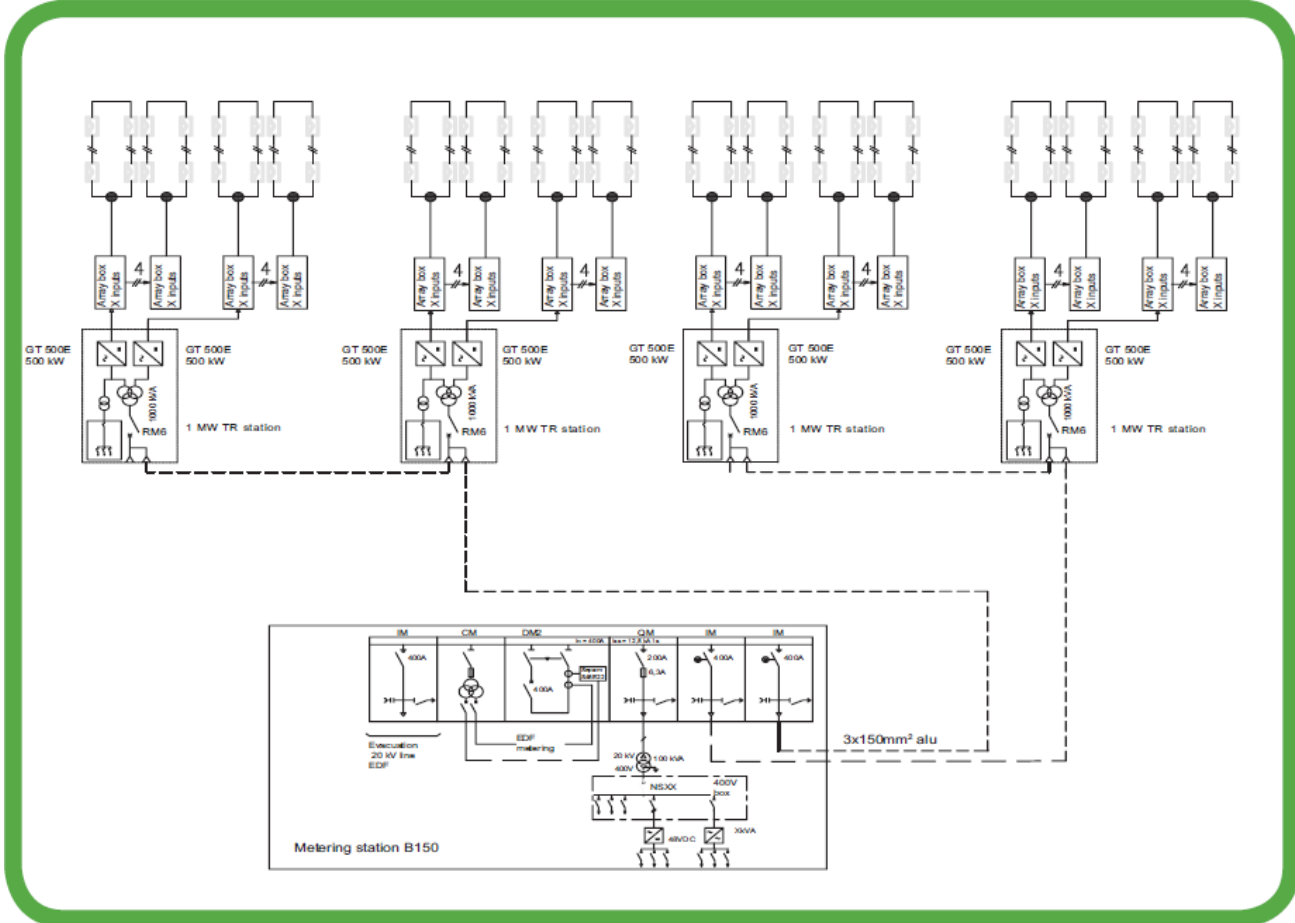


此外，因近年來市場趨勢，PV Box 建立在模組化設計的基礎上，提供完整的配電設備整合，即設備在工廠製造時，先將 inverter、中壓開關、低壓開關及其它設備安裝、配線及整合後，至現場直接安裝即可使用。



內建雙繞組變壓器 500kVA 或 1MVA，中壓熔絲





REV	DESCRIPTION	BY	DATE

JOB NAME:	XXX	EQUIPMENT DESIGNATION:	XXX
JOB LOCATION:	XXX	EQUIPMENT TYPE:	XXX
DRAWN BY:	XXX	DRAWING TYPE:	XXX
ENGR:	XXX	DRAWING NAME:	
DATE:	XXX	DWG/XXX	
DRAWING STATUS:	XXX	PG XXX OF XXX	REV X

肆、心得與感想

本次出國於 10 月 13 日搭乘長榮航空 BR 87 班機啟程前往法國巴黎，於 10 月 14 日早晨 7 時 30 分抵達時因適逢法國大罷工，當日機場週邊高速鐵路均停駛，只能搭乘地鐵先至巴黎南邊里昂車站再轉高速鐵路至 Grenoble 小鎮。到了里昂車站因為人潮眾多，售票服務台告知該日所有至 Grenoble 小鎮的車票均已售完，因與既訂行程有所延誤，原本想搭計程車前往 Schneider Grenoble 分公司，所幸在當地計程車招呼站遇到非籍會說中文的服務員 MR. Marris，他說從里昂搭車至該小鎮至少需 6、700 歐元，他建議我先入住里昂車站週邊的飯店，隔天一早再去車站買票；原訂於 10 月 17 日下午抵達之行程，因法國罷工延誤至 10 月 18 日下午 4 時才抵達 Schneider 公司 Grenoble 廠，僅能拜會業務部及技術部之部門主管後，大概瞭解一下該公司目前的情況。

本次是第一次與該公司人員接洽，在參觀義大利及西班牙之 PV 現場時發現他們不僅推行綠色能源，對環保也相當地重視，且因當地地型及氣候不受地震與颱風影響，在設立模組支架時，僅是將支架埋深 1.6 米，並無做任何 RC 基礎或地質改良，以便於 20 年過後，模組及 inverter 效率逐漸變差而不使用時，他們可以直接拆除，而該用

地仍可用來畜牧或是種植橄欖樹，在排水的部份也是僅挖掘溝渠，採自然方式排水；另外在工作態度不論是電氣設備室(PV BOX)、(ARRAY BOX)設計或是人工量測校正都非常仔細，且每位員工都兢兢業業的扮演好自己的角色，即使在義大利 PV 現場參訪時雖遇上豪大雨，每位員工仍是堅守著自己崗位，做好測試或是模擬的工作；期間並參觀了義大利 43MW 的太陽光電廠，讓我瞭解到國外電廠的廣闊。以義大利 43MW 的太陽光電廠為例：此電廠共佔地 97 公頃，共分為 3 個廠址，用地面積接近大巨蛋(55 公頃)的 2 倍；所使用的模組廠牌為 FIRST SOLAR，模組規格為 75Wp/片 CdTe，120cm 長*60cm 寬*6.8mm 厚，共使用 593,150 片模組，年發電量為 56GWh，足以令人大開眼界。

經過了義大利和西班牙技術經理的介紹讓我了解到太陽能板的發電量大小與安裝正確與否有絕對關係，一般注意幾個重點為：

- 一、避開陰影：陰影影響發電量極大，安裝時應避開可能之陰影。
- 二、面向正南(北半球)：在北半球應面向正南以接受最大的陽光照射。在南半球則需面對正北。
- 三、傾斜角度：緯度越大，陽光越在南邊，為接受最大的陽光照射，太陽能板安裝應有傾斜角度。

基於緯度因素，理論上緯度越小之城市日射總量越大，但因其日照率因素，未必擁有較佳之日射總量；無論基於全年最大日射量之日

標或降低尖峰月、尖峰時尖載發電成本之目標等考量，依本研究分析成果顯見台南地區以其日照率偏高、緯度偏南等有利因素下，成為台灣地區最佳之太陽能電池設置地點，而一般所認知最佳之屏東地區，雖其緯度條件良好，但受日照率偏低之影響僅屬台灣地區中等之區位；除台南地區外，最佳地區為台中地區、高雄地區、澎湖地區，而台灣地區最差之設置地點為基隆地區，其次依序為宜蘭地區、台北地區、花蓮地區；台南地區設置之太陽能電池所獲取熱能量約為基隆地區之兩倍以上。



伍、建議事項：

1. 本次參訪 Schneider 法國、義大利及西班牙之分公司，其共通的特點就是在電氣設備箱部份均是採用 PV BOX 方式建造，經整理後發覺 PV Box 共有以下優點：

- (1). 單一供應商提供簡易的物流及案件流程管理
- (2). 標準的設計，提供預先配線與測試
- (3). 簡易的配線工程將現場施工降到最低
- (4). 變電站透過模組化模式可直接運送至現場
- (5). 提高專案進度
- (6). 控制環境影響
- (7). 增加設備使用壽命
- (8). 降低系統成本約 15%

因此建議應 PV Box 建立在模組化設計的基礎上，提供完整的配電設備整合。於製造工廠內事先將 inverter、中壓開關、低壓開關及其它設備安裝、配線及整合，如此既可替公司省下大筆經費亦可順應國際潮流，亦可提升國內廠家之專業技術，讓國內相關產業更具競爭力。

2. 新一代太陽能 inverter 安規標準 IEC 62109-1(或稱 EN 62109-1)，自 2010 年 10 月起將陸續獲得歐洲各國政府承認，因

此業者若想進軍歐洲市場，必須將注意力集中於掌握歐洲各國政府的法規變化。

3. 針對各國現有 PV inverter 的認證標準而言，美國所用的 UL 1741 完整，未來的國際標準 IEC62109 將採用許多目前美國的 UL 1741 及現有國際標準如 IEC 60950, IEC 61010 的要求，以其成為各方可以接受的調和標準。

陸、結語

發展太陽能電池數十年，過去兩年受到世界矚目，主要原因是由於德國為首的幾個國家以政策性補貼方式鼓勵太陽能發電，導致太陽能發電從一般居家屋頂用的市場以外，也開始出現以發電廠型態大規模出售電力，而隨著政策補貼所帶動的需求成長，加上切入門檻不高，導致台灣廠商更是相繼投入，而未來兩、三年台灣廠商的產量將出現倍增，在世界上的佔有率也將持續提升。我國長年積極推動各類再生能源設置利用，自民國八十九年起，經濟部能源局已積極推動太陽光電發電系統設置補助，鼓勵政府單位與民眾利用太陽光電發電系統，以增加再生能源發電比例，並建立國內太陽光電產業內需市場，帶動太陽光電產業發展。同時太陽能尚屬新興的工業技術，除了值得引進開發推廣外，可帶動更多就業人口及國民經濟助益，且擅長品質控制及成本降低的台灣企業對全球既有的廠商絕對是一大威脅。太陽能核心技術的優良，需要冗長時間(20年以上)的歷史印證，由於近年來太陽能發展迅速，投入者眾多，導致未來發展競爭激烈，因此有些新廠商企圖採取認購海外老字號的太陽能同業，或取得代理國內外歷久不衰的知名品牌，以降低開發風險，增加競爭優勢，以求縮短奮鬥與摸索的時間。但是在所有廠商都持續追求成本降低的情況下，最後決勝負的關鍵點或許將會是通路的掌握。生產的最下游雖然是模組廠商，但是太陽能電池產業所牽涉的是整

體電力產業。為了搶食太陽能發電市場大餅，系統商甚至投資銀行等手握大筆資金的金主，皆已投入發電廠的籌建。因此各方爭先恐後投入製造，近兩年產能大量開出後，業界之間的削價競爭絕對會更加劇烈。