

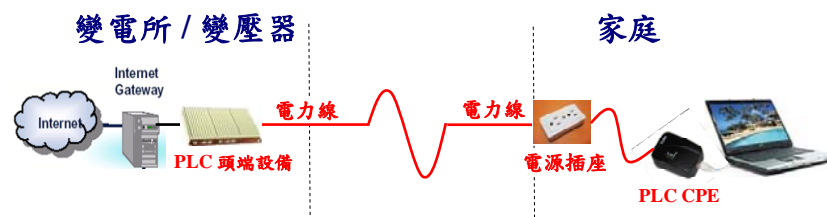
FTTx+PLC 寬頻服務與示範建置

工研院資通所 林俊良專案經理

電力線網路是目前最普遍，而且覆蓋率最為廣泛的線路。它也屬於一般的普及服務，即使是最偏遠的山地村落都必須要將「電」送進去。設想，倘能利用現有的電力線網路，將網路資料傳送進去，民眾就可以很快享用到「上網」服務；也能夠利用隨處都有的電力插座「上網」，也就不會被限制在固定的地方「上網」了。今天電力線通訊的技術已經能夠運用現有電力線，提供最高可達 200Mbps 的上網速率，具有不用重新佈線、不佔用通訊頻率資源、覆蓋範圍廣、連接方便等顯著特徵，已經被視為是未來提供寬頻網路接取的最後一哩(last mile)解決方案中具競爭力技術之一。



PLC 系統構成



Page 17

電力線通訊具備幾個重要特點：

1. 成本低 — 由於直接使用既有的配電網路做為傳輸線路，不需進行額外佈線，降低網路的投資成本。
2. 範圍廣 — 電力線是覆蓋範圍最廣的網路。電力線通訊能夠藉由電力線直接進入到每個家庭，可為 Internet 的發展創造極大的空間。

3. 高速率 — 電力線通訊能夠提供高速的傳輸。目前局端可傳送的通信速率，依設備不同約在 14 ~ 200Mbps 之間，足以支持現有網路上的各項應用。
4. 即插即用 — 電力線通訊屬於即插即用，不用繁瑣的撥號連線過程；接入電源就等於接入網路。
5. 移動方便 — 不論家裏任何角落，只要連接到房屋內的任何電源插座上，就可立即連線上網。

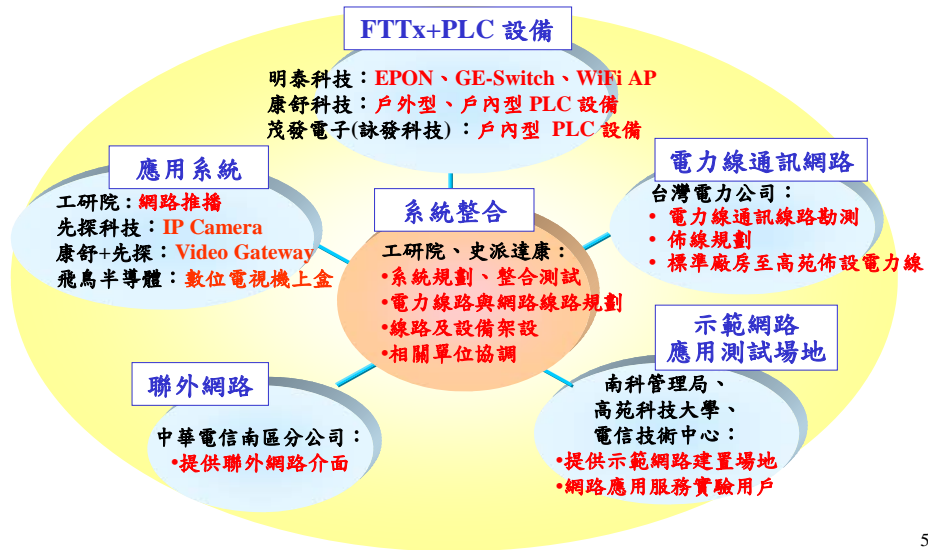
- **「南台灣 FTTx+PLC 寬頻服務與應用推廣示範建置計畫」**

由於電力線通訊技術尚處於開發階段，產業投入則仍在初期測試階段，因此，從輔導產業發展的角度考量，如果能夠在南台灣結合寬頻應用需求，建置一個 FTTx+PLC 寬頻示範應用的網路整合平台，不但可以提供 FTTx 設備及嵌入式電力線通訊影音設備廠商整合測試，進行 FTTx+PLC 網路上寬頻影音應用服務。同時，也可經由這項計畫的執行，使相關業者與一般大眾能夠熟悉其後可能的應用發展。

通訊產業推動小組及工研院資通所特別規劃執行「南台灣 FTTx+PLC 寬頻服務與應用推廣示範建置計畫」，於高雄園區建置一寬頻示範應用的網路整合平台，提供 FTTx 設備及嵌入式電力線通訊影音設備廠商整合測試，進行 FTTx+PLC 網路上寬頻影音應用服務。相關合作單位/廠商主要有：

1. 示範網路建置區域：高雄園區、電信技術中心
2. 示範網路實驗使用單位：園區管理局、電信技術中心
3. 系統整合、規劃：工研院資通所、史派達康
4. 電力線佈設與相關技術諮詢：台電公司
5. FTTx 設備廠商：明泰科技
6. 嵌入式電力線通訊影音設備：茂發電子、康舒科技
7. 電信運營商：中華電信南區分公司

計畫分工與資源整合



5

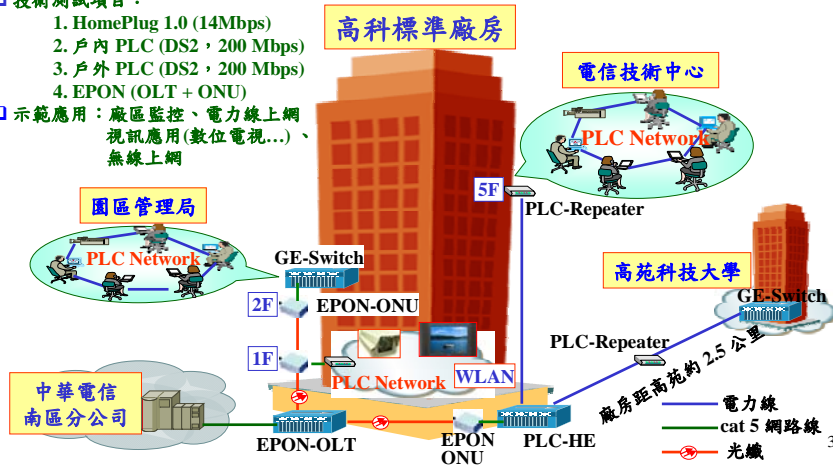
「南台灣 FTTx+PLC 寬頻服務與應用推廣示範建置計畫」示範重點在於展示電力線通訊做為「最後一哩」網路接取的技術選項之一。推動寬頻通訊網路服務與產業是政府既定政策，期望未來家家戶戶都能使用光纖通訊上網。為實現此一願景，亟需建置一健全之寬頻網路環境；然而目前固網業者囿於用戶迴路的問題，無法加速進行寬頻應用服務之推動。電力線通訊可提供高達實體層 200Mbps 高頻寬網路傳輸，藉由既有電力線網路的佈建，提供用戶寬頻網路傳輸服務。

網路規劃與設備架設

目前規劃示範應用網路平台建置地點於高雄科學園區。結合園區寬頻影音的需求，整體網路架構設計如下：

FTTx+PLC 寬頻服務與應用推廣示範建置

- 示範地區：高雄園區
- 網路架構：FTTx (EPON+GE-Switch) + PLC + Wi-Fi
- 技術測試項目：
 1. HomePlug 1.0 (14Mbps)
 2. 戶內 PLC (DS2, 200 Mbps)
 3. 戶外 PLC (DS2, 200 Mbps)
 4. EPON (OLT + ONU)
- 示範應用：廠區監控、電力線上網
視訊應用(數位電視...)、
無線上網

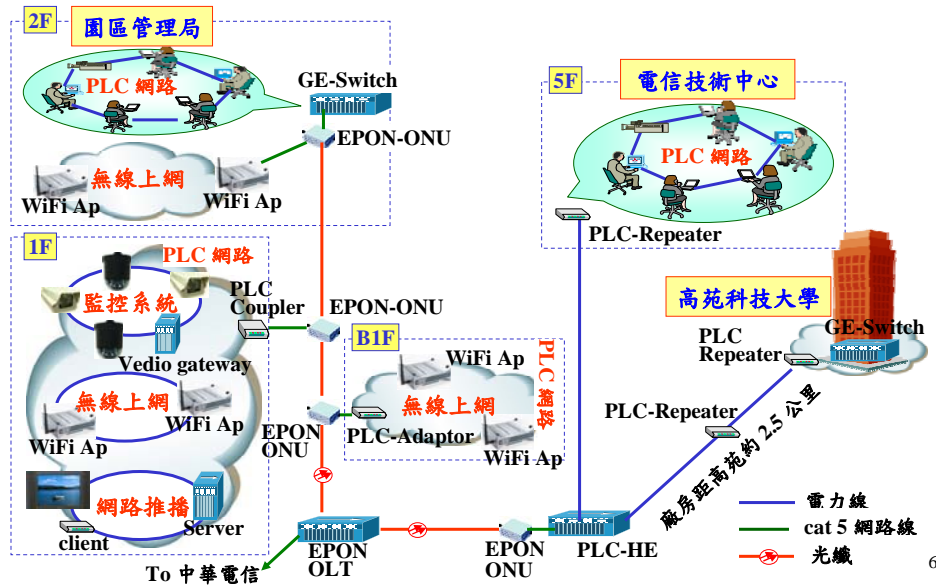


邀集台電公司積極參與合作，除商請綜合研究所蒲冠志博士提供重要顧問諮詢及討論外，並協助經由台電園區內地下管道，佈設由標準廠房至高苑科技大學長達 2.5 公里專用電纜線，做為戶外電力線通訊架設使用。



整體網路規劃主要以光纖為骨幹，樓層間的傳輸應用 PON 的網路架構：PON-OLT 放置於大樓內控制機房，經由光纖聯結至各樓層，各樓層(電力機房)再設置一 PON-ONU。於 PON-ONU 之後，則是應用電力線通訊網路，提供目前重要的寬頻應用與服務。相關網路連線如下圖：

FTTx+PLC 網路連線規劃



以下將依各樓層電力線通訊網路應用逐一詳細說明設備架設方式。

一 廠房一樓

主要架設了三個應用服務：

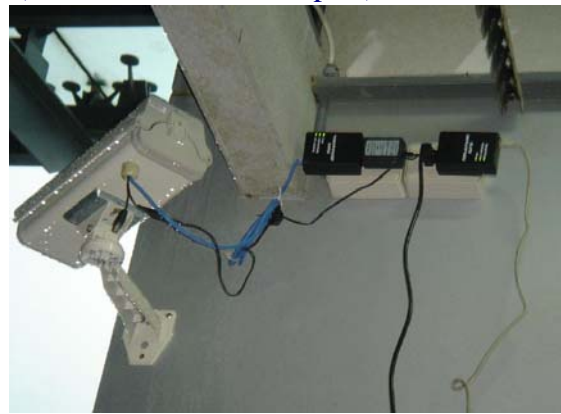
- (1) 無線上網 (標準廠房公共空間)，
- (2) 多媒體網路推播 (標準廠房一樓正門)，
- (3) 園區/廠區網路行動監控 (標準廠房南、北側大門)。

由於目前 IP 應用終端設備均無內置電力線通訊模組，因此我們採用 PLC Adaptor 將 LAN 網路訊號轉換進入電力線網路，其後的網路傳輸均是應用電力線傳輸，直至樓層電力室 PON-ONU 位置，再使用 PLC Adaptor 將電力線網路中數位訊號重新轉換 LAN 網路，與 PON-ONU 連接，至此進入 LAN 網路。

(WiFi AP + PLC Adaptor)



(IP Camera + PLC Adaptor)



(PLC Adaptor + PON-ONU)



一 廠房二樓

主要架設了二個應用服務：

- (1) 無線上網 (標準廠房二樓公共走廊)，
- (2) 電力線通訊網路會議室 (標準廠房二樓園區管理局會議室)。

在電力線通訊網路會議室部分，一般會議桌附近均有預留電源插座，園區管理局會議室則特別在桌面下提供電源插座，因此可直接將 PLC Adaptor 插在桌面下的電源插座，參與會議者即可方便利用 PLC Adaptor 所提供的 LAN 網路接口，使用上網服務。至於後端與 LAN 網路介接，則是利用會議室旁的控制室，同樣使用 PLC Adaptor 將會議室內電力線網路中數位訊號重新轉換 LAN 網路，再連接至樓層電力室中的 PON-ONU，至此進入 LAN 網路。

(標準廠房二樓園區管理局會議室)



(PLC Adaptor 架設於桌面下電源插座)



(與 PON-ONU 介接的 PLCAdaptor 設置於網路會議室旁之控制室)



一 廠房五樓

主要為提供五樓電信技術中心訓練教室之上網服務。

此一網路規劃較為特殊，並不是如同前述由樓層電力室中的 PON-ONU 直接與電力線通訊網路連接。為驗證電力線通訊在接取網路(Access Network)的使用效能，PON-ONU 乃設置於地下室一樓電力機房；接著使用 PLC Headend 及 PLC Coupler 將 LAN 網路訊號轉換進入電力線網路，其後的網路傳輸乃使用原有 380KV 電力線傳輸，直至五樓層電力室，再使用 PLC Coupler、Repeater 及訓練教室內 PLC Adaptor，將電力線網路中數位訊號重新轉換 LAN 網路，完成全部 LAN 網路連接。詳細設備架設將於下一章節做進一步說明。

(五樓電信技術中心訓練教室)



電力系統對於電力線通訊網路的影響

由於此一標準廠房為一工業廠房，樓層間傳輸電壓為 380KV，至樓層電力室

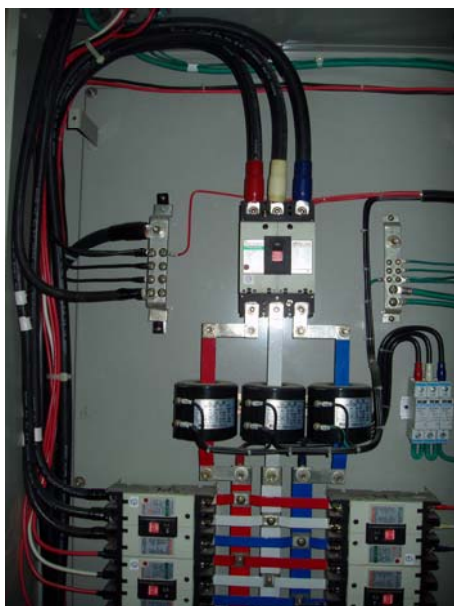
再經變壓器轉換為 110KV。在樓層電力室中同時設有比流器(Current transformer)及 Capacitor Bank；由於變壓器的濾波特性，電力線通訊訊號經由變壓器將被濾波而消失，比流器及 Capacitor Bank 則因電氣特性，電力線通訊訊號流經這些設備，電力線通訊訊號將減損致頻寬大幅降低，電力線通訊訊號必須避免流經這些設備。

因此，五樓電力室需採用 PLC Repeater 的架構，電力線通訊訊號先以 Coupler 將訊號引出後，經 PLC Repeater，使電力線通訊訊號跨過變壓器、比流器及 Capacitor Bank，再使用 PLC Coupler 注入訓練教室電源的配電盤(電力線網路)。

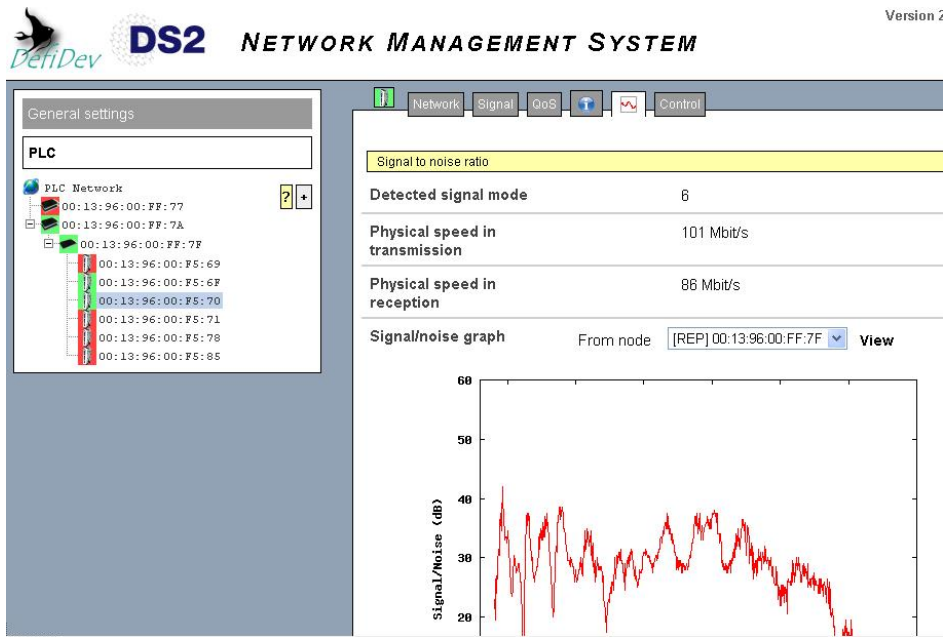
(五樓電力室以 Coupler 將訊號引出，使用 PLC Repeater 的架構跨過變壓器)



(訓練教室電源的配電盤，使用 Coupler 注入訓練教室電源的配電盤)



PLC Repeater 至訓練教室內 PLC Adaptor 間的實體層速率約為 90 ~ 100 Mbps。



然而，PLC Coupler 分兩種型態：Inductance-Type 及 Capacitance-Type。初始考量高電壓及 PLC Coupler 架設困難，同時亦忽略了比流器的影響性，因此地下室一樓電力機房及五樓電力室全部使用 Inductance-Type PLC Coupler，其結果地下室一樓電力機房至五樓電力室的電力線通訊網路頻寬表現相當不理想，實體層速率僅有約 30 ~ 40Mbps。

(五樓電力室的電源，以 Inductance-Type Coupler 引出訊號)



(地下室一樓電力機房 PLC Head end，其後 PLC 訊號以 Inductance-Type Coupler 注入電力線)



因此，地下室一樓電力機房及五樓電力室嘗試改用 Capacitance-Type Coupler，同時也發現地下室一樓電力室至五樓電力室的配線電纜為平板線，為降低兩平板線間的電容效應影響電力線通訊訊號的傳輸，選定兩邊外側平板電纜架設 Capacitance-Type Coupler。地下室一樓電力室至五樓電力室的電力線通訊網路頻寬表現令人相當驚訝，實體層速率達 99Mbps。

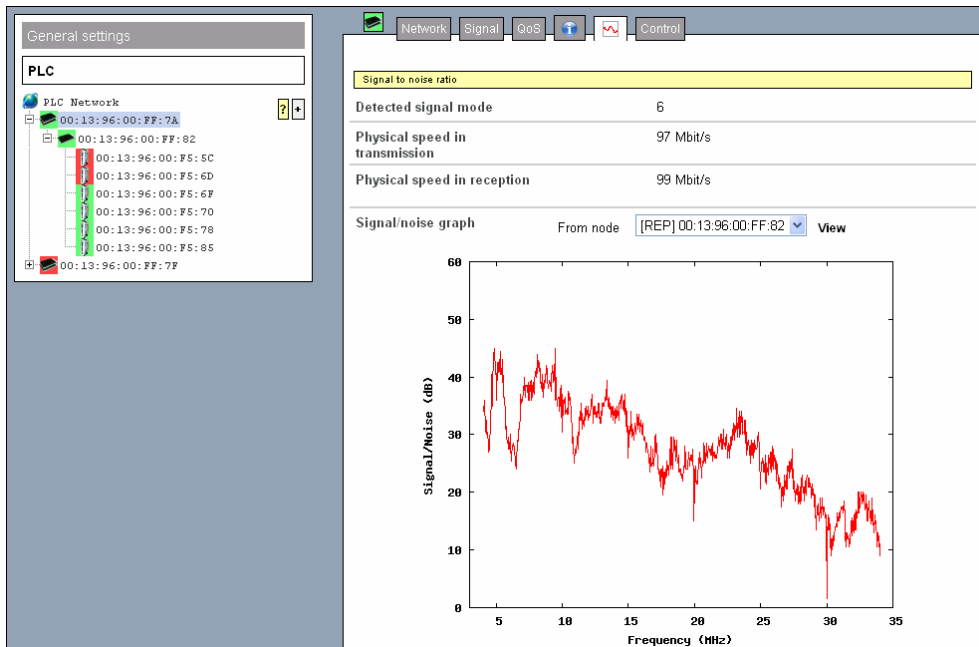
(五樓電力室 PLC Coupler 架設)



(地下室一樓電力機房 PLC Coupler 架設)



(地下室一樓電力室至五樓電力室的電力線通訊網路實體層速率達 99Mbps)



● 結語

在高雄科學園區的 FTTx+PLC 示範網路上，目前已實現了多項目前應用廣泛的寬頻服務：

1. 無線上網 (標準廠房公共空間)
2. 電力線上網 (電信技術中心訓練教室)
3. PLC 網路會議室 (標準廠房二樓園區管理局會議室)
4. 多媒體網路推播 (標準廠房一樓正門)
5. 園區/廠區網路行動監控 (標準廠房南、北側大門)
6. 數位電視 (標準廠房)

行政院於 2006 年 12 月審查電業法修正草案，將開放台電公司可以跨足經營電信事業，主要用意是健全寬頻網路基礎建設。這是行政院大投資計畫中，產業發展套案的重點政策。同時，台電也正在評估出租光纖給電信業者，過去台電鋪設全島光纖系統，因電業法規定，只能使用在電力調度上，這次電業法修正，開放台電可以把全島光纖系統出租給電信業者，這將造成電信市場的競爭態勢，進行新一波的重大調整。此外，配合政府 U 計畫寬頻基礎建設，行政院也已督促台電開發電力線通訊技術，固網光纖連接不到的家戶，可透過電線連接，使民眾在家利用電線上網，以解決「最後一哩 (Last Mile)」的問題。

「南台灣 FTTx+PLC 寬頻服務與應用推廣示範建置」工作計畫中，成功驗證了電力線通訊技術能夠滿足目前重要的寬頻影音應用與服務的網路需求，同時也引起許多系統整合商高度的興趣，已有史派達康、興瑞通訊等公司積極建立電力線通訊網路架設技術，為客戶提供電力線通訊網路服務。由於 FTTx+PLC 為一新型網路技術，其實際施工與應用建置經驗對於系統整合商而言相當陌生，尚待學習與建立。因此，經濟部通訊產業發展推動小組及工研院資通所將持續整理並研擬最佳的電力線通訊施工方案，協助系統整合商將電力線通訊技術導入一般系統整合案中。在逐步建立 FTTx+PLC 施工與應用建置經驗的同時，也擴大電力線通訊的實際應用範疇，期盼電力線通訊能夠迅速進入一般民眾的生活當中；除了使一般民眾能夠更方便的享有寬頻上網服務，也希望讓更多的人(偏遠村落)，能夠更快速的取得全世界的資訊，普遍提昇全民的社會與國際競爭力。