

# 瞭解 PoC 同軸電纜供電系統設計工作原理和應用實例

■作者：Alan Yang

PoC 同軸電纜供電是指在一根同軸電纜中疊加訊號和電源，以解決實際應用中的供電困難問題。其在工業、醫療和消費者系統中的無壓縮、低延遲的視訊資料連結中，有廣泛的行業應用場景。本文介紹了 PoC 的原理，並結合實例說明了 PoC 具體是如何現實的，並總結了 PoC 方案中關鍵零組件的選型要點。

PoC 方案廣泛應用於汽車、攝影機模組和其他類似的遠端設備。一些應用中，裝置可能會遇到供電困難的問題。而 PoC 允許在一根電纜中疊加訊號和電源，解決了供電困難問題。

本文介紹 PoC 的原理，結合實例來看看 PoC 具體是如何現實：在一根纜線上同時直流供電和傳輸交流訊號。

## 什麼是 PoC ？

PoC (Power Over Coaxial) 同軸供電技術。利用電源疊加技術，透過一根同軸電纜同時傳輸交流訊號與直流供電。

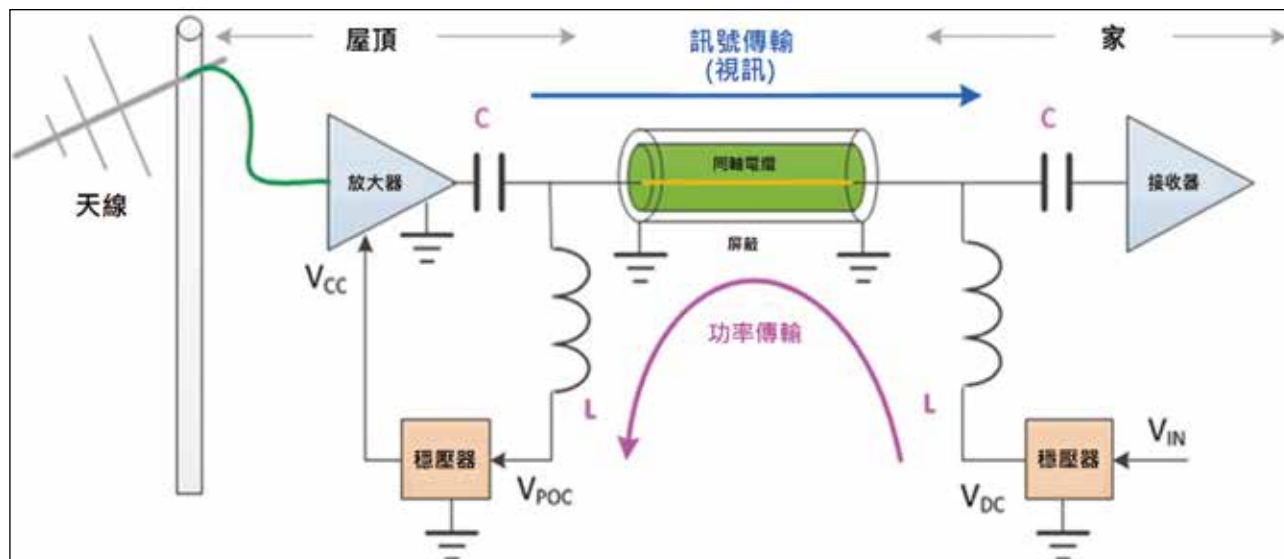
我們以安裝在屋頂天線上的無線電放大器舉例：

如圖 1，透過一根同軸電纜，連接屋頂的電線與家裡的接收器。天線的放大器部分，需要額外的供電。我們可以看到透過一根同軸電纜，即給放大器供電，又實現了訊號傳輸。

## PoC 工作原理

在一根纜線上同時傳輸交流訊號和直流供電，

圖 1：屋頂天線上的無線電放大器



圖片來源：TI

不會打架嗎？

我們可以透過簡單的電容、電感來分開直流通路與交流訊號通路，進而使得交流訊號和直流供電，透過一根線纜傳輸時互不干擾。

### 交流訊號通路

對於高頻交流訊號，電容的阻抗很低，電感的阻抗很高。

由於這一個特性，高速交流訊號能夠透過同軸電纜傳輸交流訊號。

電感的阻抗  $Z_L$  應足夠大，進而避免訊號透過電感流失，導致訊號衰減。

### 直流供電通路

對於直流供電，電容的阻抗很高，電感的阻抗很低。

因此，電源可以透過電感注入同軸電纜線，另一端透過電感提取。然後用它為本地放大器供電。

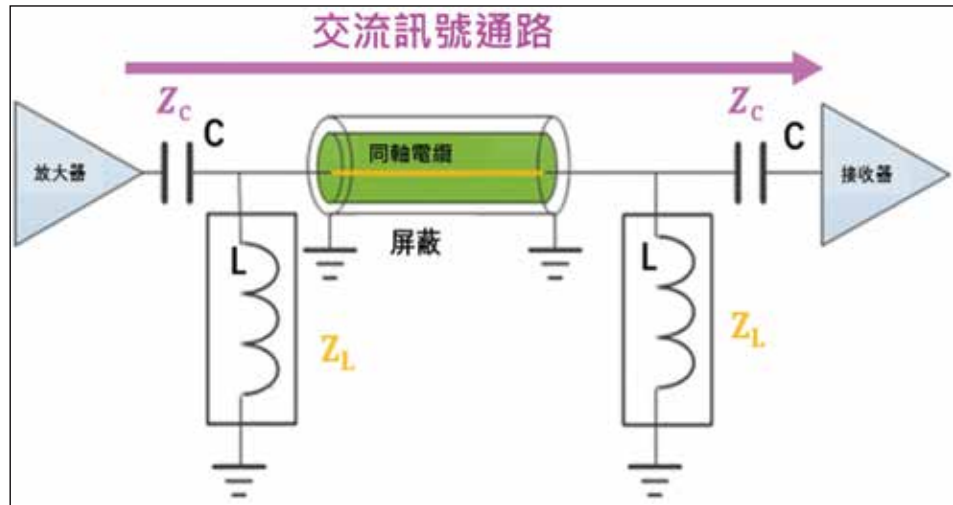
電感內阻和導線電阻應足夠低，以便有效的供電。

隨著頻率的增加，電容的阻抗越來越小，電感的阻抗越來越大，進而直通供電通路的增益越來越小，交流訊號通路的增益越來越大。

### PoC 設計要點

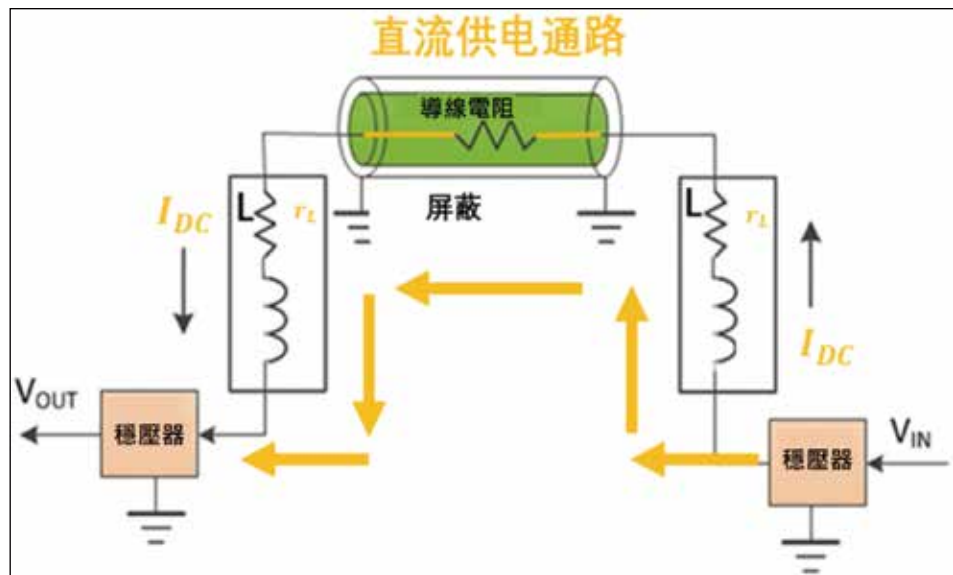
由以上的分析可以看出，設計的關鍵是：透過電感電容的選擇，儘量讓交流訊號通路和直流供電通路相互不受對方影響。

圖 2：交流訊號通路



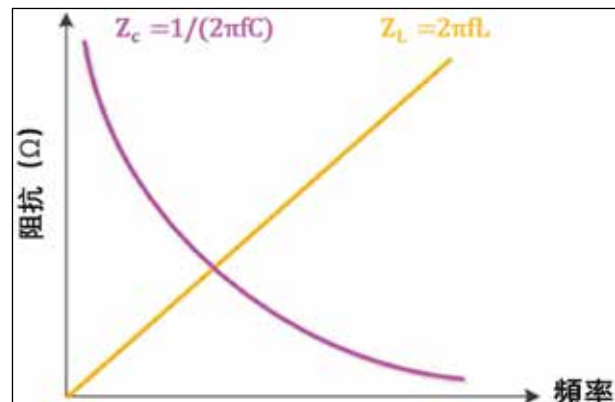
圖片來源：TI

圖 3：直流供電通道



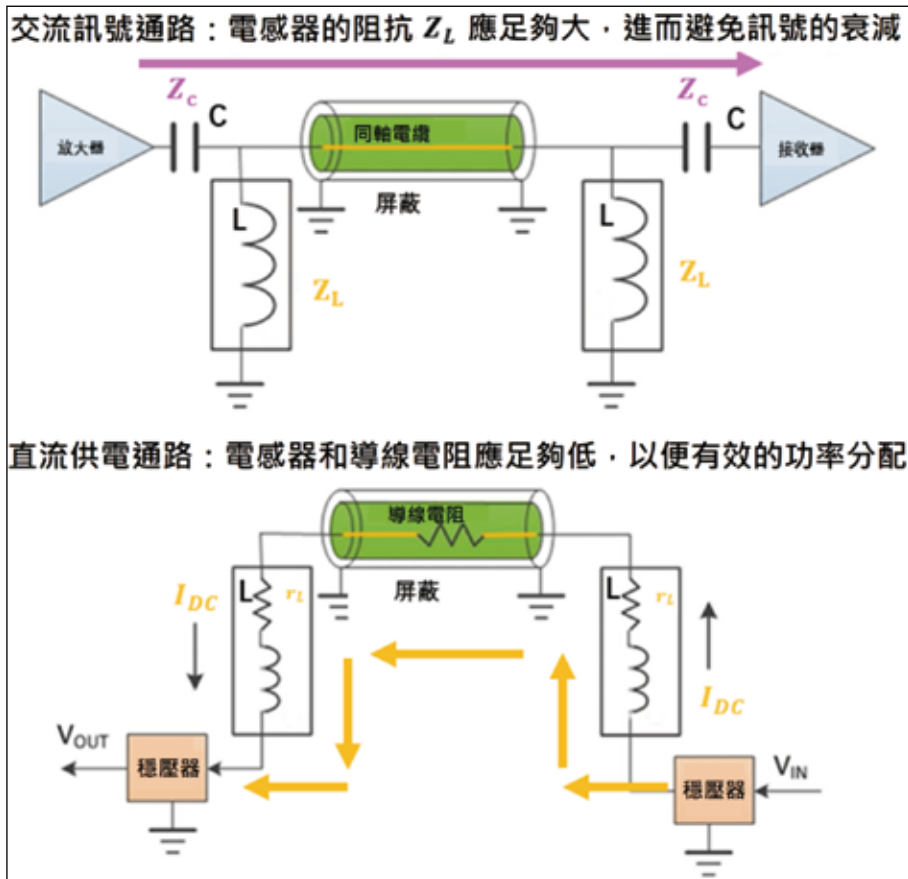
圖片來源：TI

圖 4：阻抗與頻率的關係



圖片來源：TI

圖 5：交流訊號通路 vs. 直流供電通路



圖片來源：TI

### 交流訊號通路：

電感提供足夠高的阻抗，以避免降低交流訊號。

電感應該具有高飽和電流，以便能夠支持滿載時的直流電流。

透過電感的雜訊或干擾訊號必須保持足夠低，以避免降低訊號品質。

### 直流供電通路：

電感內阻與導線電阻必須保持足夠低，避免損耗過多能量，以便有效的供電。

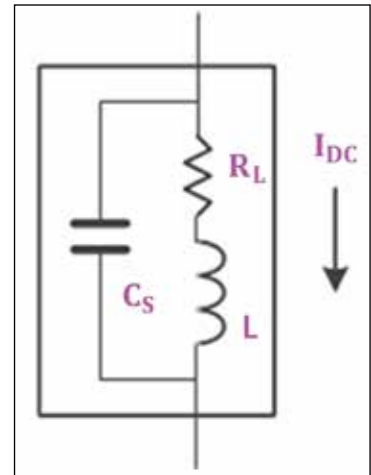
為了供電效率提高，通常使用更高的供電電壓。而當使用更高的供電電壓時，交流耦合電容必須具有相應的高壓額定值，以承受高壓。

### 選擇合適的電感

選擇合適的電感，是設計 PoC 的關鍵點。對於

高頻訊號傳輸，電感已經不再是一個簡單的電感，我們還要考慮電感的寄生電容電阻，下面是電感的等效模型：

圖 6：電感等效模型



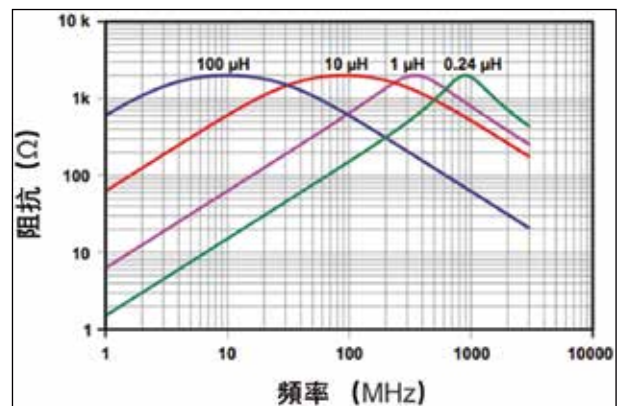
圖片來源：TI

以下是選擇電感時需要考慮的關鍵參數：

### L：電感值

理想的電感阻抗會與頻率成比例增加，但實際的電感卻並非如此。阻抗曲線呈拋物線形。在電感值的選擇中，我們要保證在較寬的訊號傳輸頻率範圍內都要保持高阻抗。

圖 7：頻率與電感值

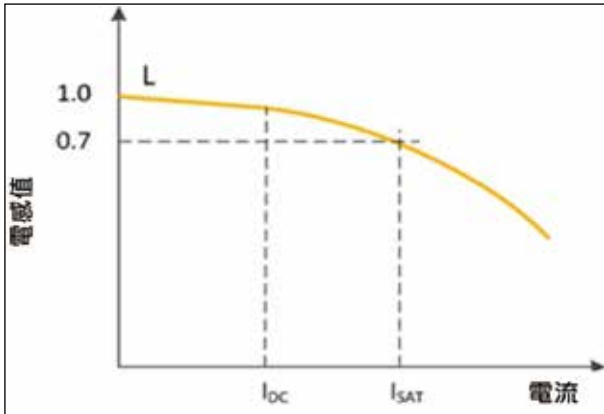


圖片來源：TI

**$I_{SAT}$ ：電感磁芯飽和電流**

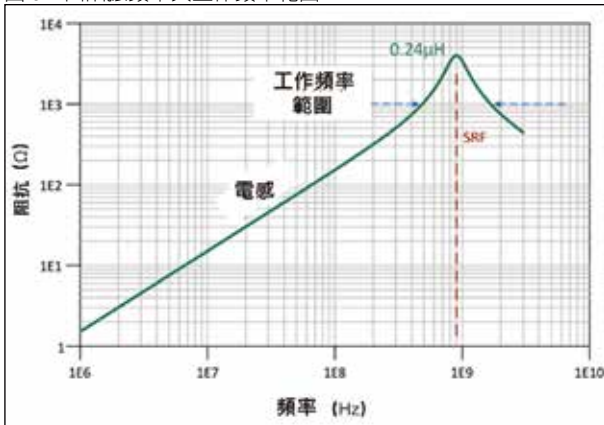
磁芯飽和時，電感值顯著下降，進而無法再支

圖 8：磁芯飽和時，電感值顯著下降



圖片來源：TI

圖 9：自諧振頻率與工作頻率範圍



圖片來源：TI

圖 10：Digi-Key 網站，快速篩選飽和電流、自諧振頻率

**固定電感**

在此搜尋

電流 - 飽和 ( $I_{sat}$ )	屏蔽	DC 電阻值 (DCR)	Q @ 頻率	頻率 - 自諧振
搜尋篩選條件	半屏蔽 屏蔽型 非屏蔽型	搜尋篩選條件	搜尋篩選條件	搜尋篩選條件
0.15mA 0.16mA 0.18mA 0.20mA 0.22mA 0.23mA 0.28mA 0.30mA 0.33mA 0.25mA		0.04mOhm 0.05mOhm 0.09mOhm 0.1mOhm 最大 0.1mohm 0.105mOhm 0.12mOhm 0.125mOhm 0.13mOhm 最大 0.125mOhm	0.3 @ 252kHz 0.3 @ 79.6kHz 0.5 @ 252kHz 0.64 @ 800kHz 0.7 @ 252kHz 0.8 @ 252kHz 0.85 @ 800kHz 0.9 @ 252MHz 1 @ 200MHz 1 @ 252kHz	8kHz 10kHz 13kHz 15kHz 16kHz 21kHz 30kHz 35kHz 40kHz 45kHz

持高阻抗。因此， $I_{SAT}$  的選擇必須足夠高，以支援電路的全部直流電流。 $I_{DC}$  應該遠遠小於  $I_{SAT}$ 。

 **$R_L$ ：電感的內部電阻**

$R_L$  越低越好，這樣直接供電時，電感上就不會產生太多的壓降，進而影響功率傳輸。

**SRF：自諧振頻率**

當電感兩端頻率超過該自諧振頻率之後，電感表現的不像一個電感。這時，寄生電容  $C_s$  起到主導作用，進而隨著頻率增高，阻抗反而變低。

因此，SRF 必須選擇足夠高的頻率，以便支援電路的工作頻率。當工作頻率範圍在電感 SRF 附近時，電感阻抗最高，對交流訊號傳輸影響最小。電感必須具有足夠寬的頻寬，以便能夠支援訊號的工作頻率。

**在 Digi-Key 網站上選擇電感**

透過 Digi-Key 電感產品頁面可以快速篩選飽和電流，自諧振頻率等參數，找到合適的電感產品。

**設計實例**

下面這個設計實例中，使用了 TI 的 FPD Link



III 序列器與解序器，實現遠端攝影機模組的供電與訊號傳輸。

上面的示例中，可透過長達幾米的單根纜線實現以下功能：

圖 11：遠端攝影機模組的供電與訊號傳輸

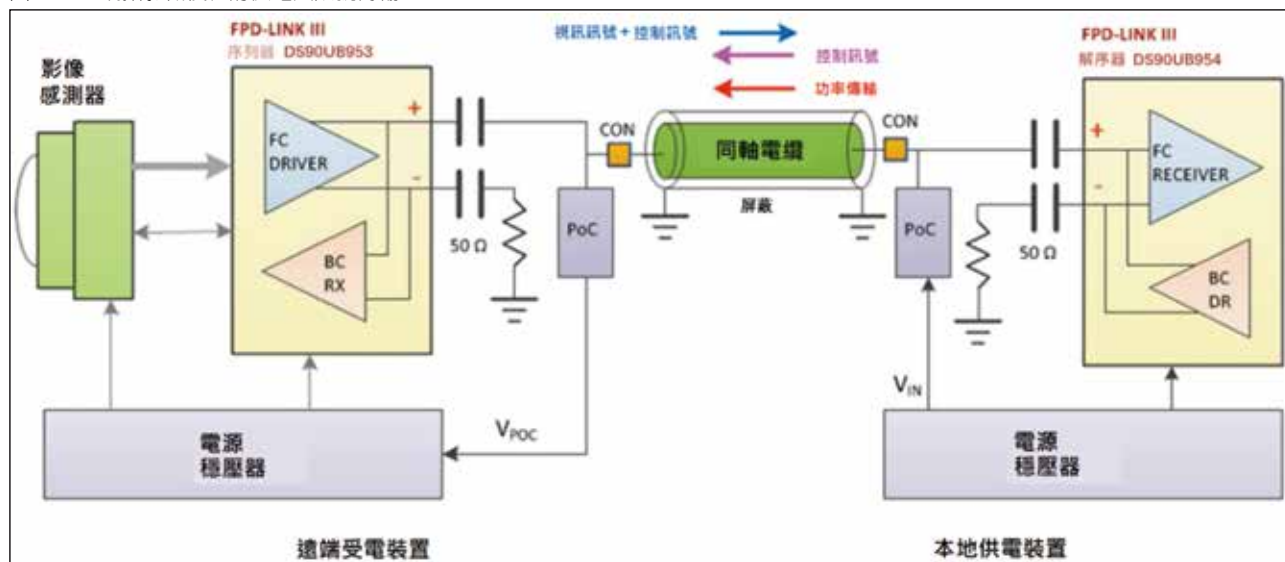
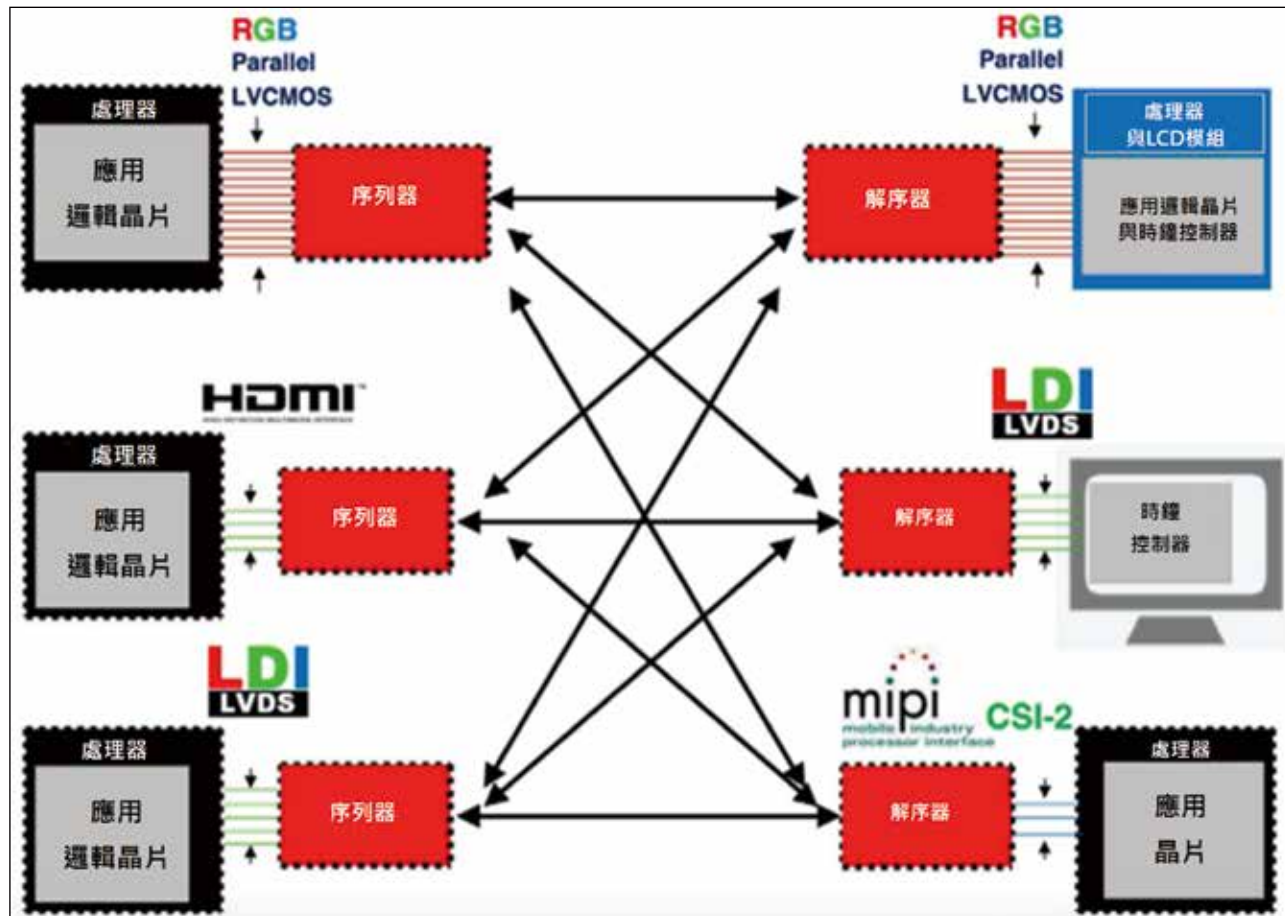


圖 12：透過序列器與解序器，實現各模組的互聯



圖片來源：TI

1. 直流供電
2. 雙向的控制訊號傳輸
3. 高速視訊訊號非壓縮傳輸

Digi-Key 網站中可以提供序列器和解序器的參數篩選功能，包括輸入輸出類型的匹配，數據速率等。

### TI FPD LinkIII 序列器／解序器

TI FPD Link III 設備還包括自我調整等化器技術，可在 2.1 GHz 下補償高達 21 dB 的損耗，進而能夠使用非常細的 AWG 28 至 AWG32 的纜線。AWG 編號越高，電纜越細，訊號損耗越高。

■序列器：DS90UB953

■解序器：DS90UB954

### 更多 TI 序列器與解序器

透過序列器與解序器的選擇，還可以實現多個各種模組之間的互聯。

### 同軸電纜

同軸電纜經常用於 PoC 這種方案，同軸電纜的遮罩層可以有效的保護高速訊號傳輸，免受 EMI 干擾，同時遮罩層可以充當直流電流的返回路徑。

### 小結

PoC 用於在廣泛的工業、醫療和消費性應用中實現無壓縮、低延遲的視訊資料連結。特別是對於安裝電源困難的地方，PoC 能夠節約成本和空間，未來的前景會越來越好。CTA

圖 13：透過 Digi-Key 網站，快速篩選序列器和解序器

# COMPOTECHAsia 臉書

## 每週一、三、五與您分享精彩内容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>