

電力線通訊通道量測與發射機實現

蕭岫之、陳逸民、陳穎樟
國立中央大學通訊工程學系

摘要 —電力線通訊近來蓬勃發展，可藉由既有之電力線路傳遞訊號，不需重新佈線，可解決通訊傳輸中最後一哩的問題。在本篇論文中，對電力線通道進行了以軟體方式的測量環境，並且實作了純FPGA數位訊號處理的傳送接收平台。

一、簡介

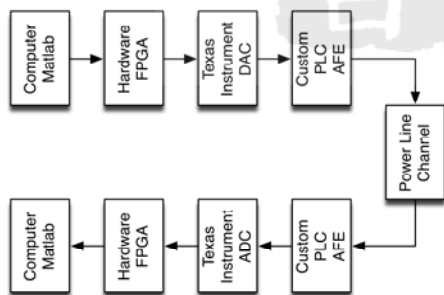
電力線通訊近來蓬勃發展，可藉由既有之電力線路傳遞訊號，不需重新佈線，可解決通訊傳輸中最後一哩的問題。在本篇論文中，對電力線通道進行了以軟體方式的測量環境，並且針對電力線通道的特有現象進行探討，包括了特殊雜訊以及通道變化等。

此外設計並且實現了在電力線上通訊的即時軟體定義 OFDM 發射機與接收機。在平台使用了 FPGA 實驗板、數位轉類比與類比轉數位開發板以及自製電力線類比前級。在發射機之訊號處理模組中設計了串列轉並列處理器、高速迴旋碼編碼器、訊號交錯器、星座圖映射器、反快速傅立葉轉換器、循環字首置入器和前導符碼置入器等，而在接收機設計了訊號同步器、快速傅立葉轉換器、通道估測器、通道等化器、硬式決策器、訊號解交錯器及通道解碼器等。傳送頻帶為 2.3MHz~20MHz，在 64-QAM 的模式之下最高傳輸率為 42.52Mbps。

二、電力線通道量測

2.1 軟體量測平台

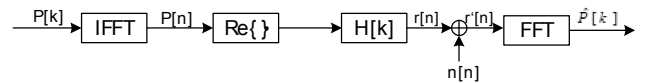
在軟體量測平台以 MATLAB 實現所有訊號處理，搭配 FPGA 實現訊號的播放與收錄，最後使用 DAC、ADC、自製電力線類比前級 (Analog-Front-End, AFE) 產生及發射訊號。軟體量測平台架構如圖一。



圖一：電力線軟體量測平台架構圖

而在通道量測的方式已迫零等化 (Zero Forcing, ZF) 實現，如圖二所示。

(1) 式為 ZF 等化方式的數學式，雖然可完美消除 ISI (Inter-Symbol Interference) 但會使得通道的雜訊放大。



圖二：迫零等化訊號流程

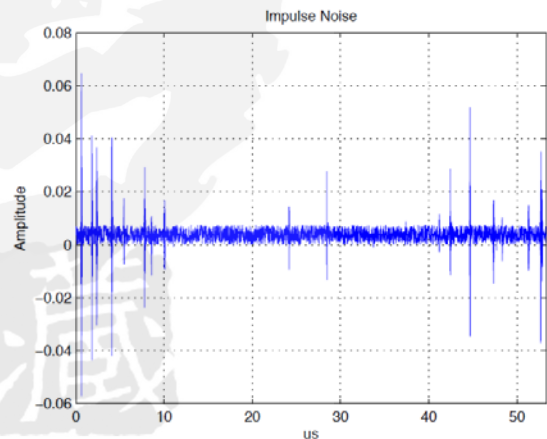
$$R[k] = P[k] \times H[k] = \hat{P}[k]$$

$$\hat{H}[k] = \frac{\hat{P}[k]}{P[k]} = H[k] + \frac{N[k]}{P[k]} \quad (1)$$

$$Z[k] = \frac{1}{\hat{H}[k]} = \frac{1}{H[k]} + \frac{P[k]}{N[k]}$$

2.2 電力線通道特性與量測結果

由於電力線原本設置之目的不為通訊使用，故其在使用電力線通訊時會發生許多在其他通訊環境上較難發生的現象，例如脈衝雜訊(如圖三)、負載變化(如圖四等)。



圖三：在取樣率 48MHz 下的脈衝雜訊

¹ 本研究由國科會贊助，計畫編號 NSC XX-0123-456-789。(請於此處說明研究經費補助單位)。