

調頻廣播收發器 (Monophonic Frequency Modulation Broadcasting Transceiver)

指導教授：劉鴻裕 博士

學生：伍奕帆、劉志浩、鄭鈞安、孫苡翔

輔仁大學 電機工程學系 大學部專題生

摘要

調頻廣播 (英語: Frequency Modulation Broadcast, 常縮寫為FM廣播) 是一種以頻率調製技術來傳送高保真聲音的無線電廣播技術, 由愛德溫·霍華·阿姆斯壯 (Edwin Howard Armstrong) 發明。

世界各國的FM廣播頻帶均位於無線電頻譜中的甚高頻 (VHF) 部分, 一般在87.5至108.0兆赫之間。但亦有些國家使用其他頻率:

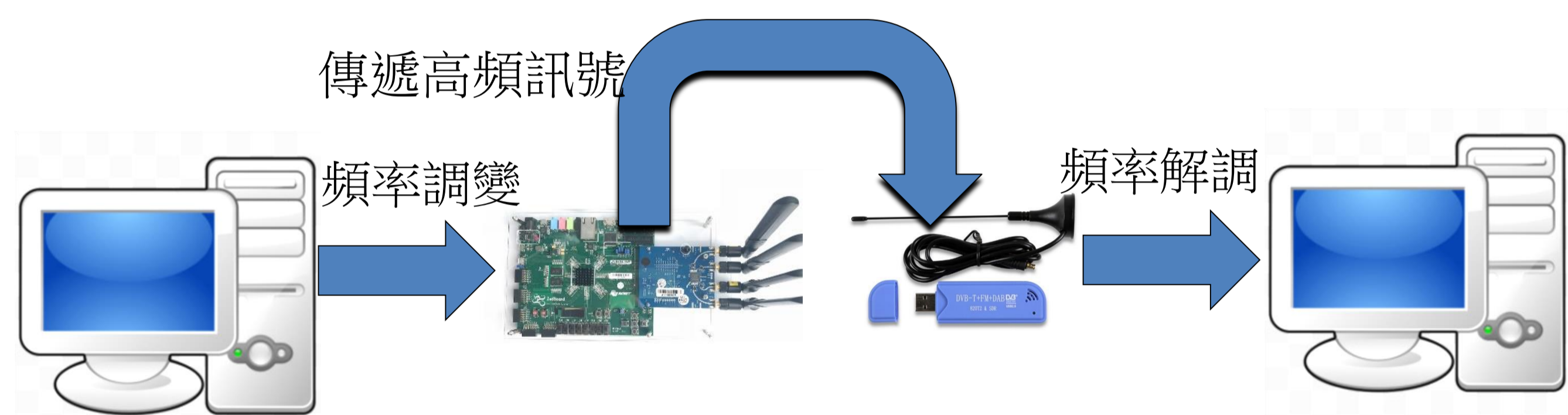
中國大陸也曾使用OIRT頻段, 現已改為87-108MHz; 另開放70-87MHz頻段為小功率校園調頻電台專用。香港、澳門和台灣使用與美國相同的88-108MHz, 其中台灣的校園廣播集中在88.1-88.7MHz之間。

調頻廣播電台的頻率一般會設定為100千赫的倍數。在大部分美洲和加勒比海國家, 只使用單數的倍數。除此以外, 世界各處還使用其他標準, 包括 0.001、0.01、0.03、0.074、0.5和0.3兆赫的倍數等, 不一而足。即使技術上容許如此接近的頻率區隔, 但為了減低通道互相干擾, 位處相近的電台發射站一般會區隔最少0.5兆赫的發射頻率。這樣的好處是把兩個相鄰發射站的區隔擴大, 把中間的頻率留給較遠的發射站。當這個較遠的發射站的電波到達該處時, 已遭衰減, 以減低干擾的機會。

系統架構

本專題的系統架構(圖一), 其包括ZedBoard、AD9361 RF module和RTL-SDR。基本的調頻廣播收發器架構, 使用matlab/simulink模擬頻率調變, 再利用ZedBoard上的運算電路將原本的語音訊號處理成高頻訊號(電磁波), 透過AD9361 RF module發送出去。

另外一台電腦的matlab/simulink則模擬頻率解調, 當程式運作時, 透過RTL-SDR可以接收到指定的頻率, 可以將先前發送的訊號接收並開始解調, 最後由電腦的喇叭發出的訊號即為原本由傳送端發送出的語音訊號。



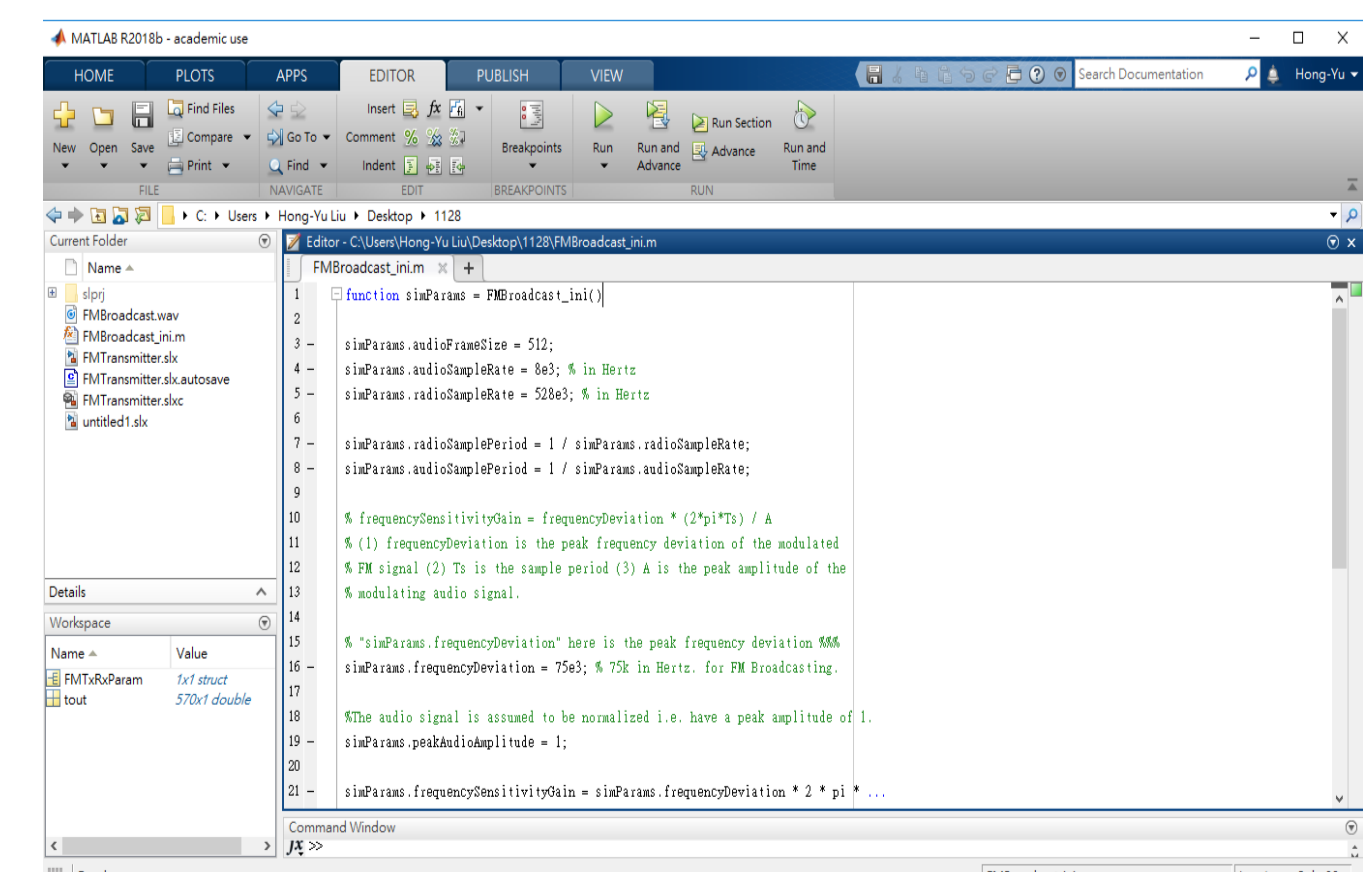
圖一、ZedBoard&AD9361 RF module和RTL-SDR

開發環境

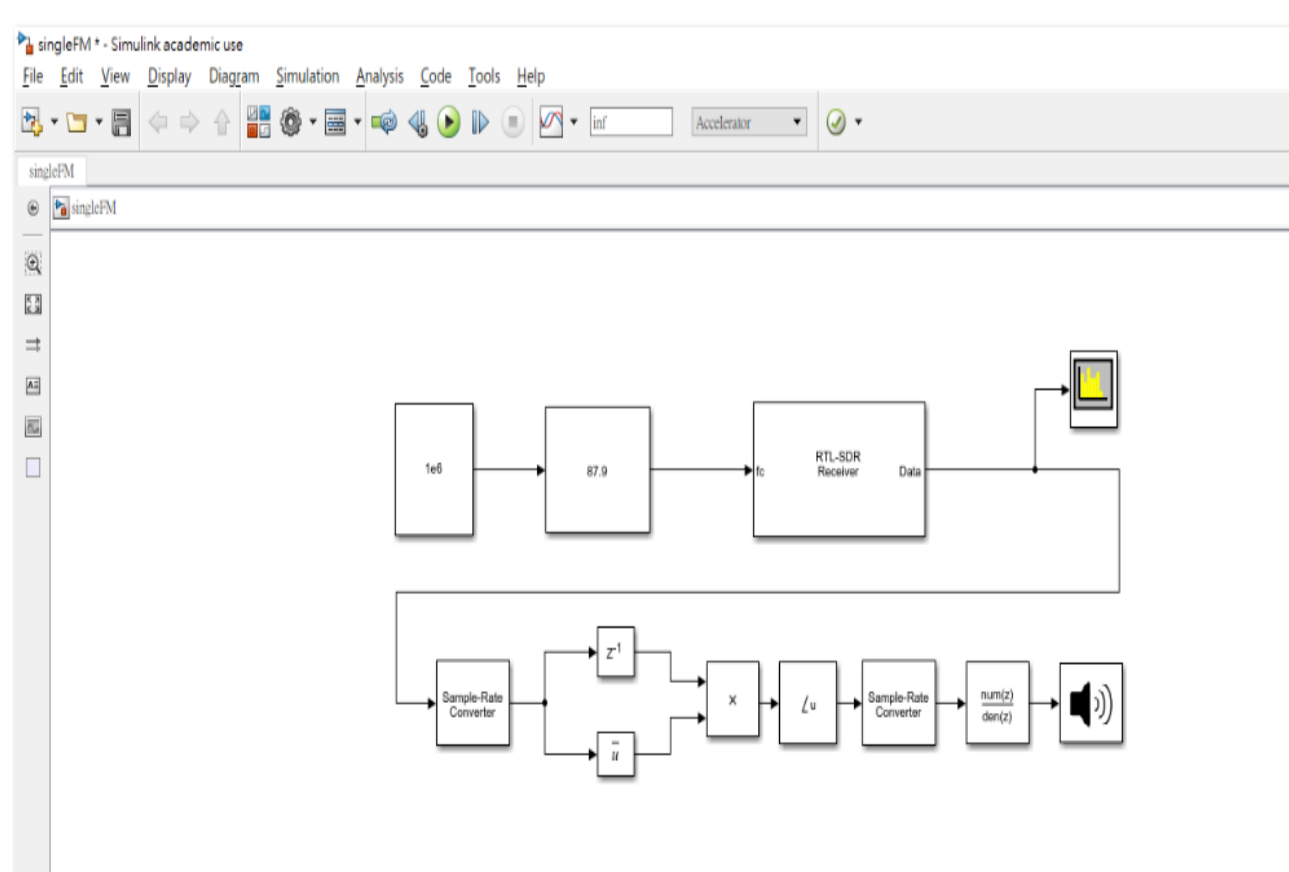
MATLAB(圖二)是一款由美國The MathWorks公司出品的商業數學軟體。MATLAB是一種用於演算法開發、資料視覺化、資料分析以及數值計算的進階技術計算語言和互動式環境。

MATLAB另外還有一個配套軟體包Simulink(圖三), 提供一個視覺化開發環境, 常用於系統類比、動態/嵌入式系統開發等方面。

Simulink提供一個交互式的圖形化環境及可定製模塊庫 (Library), 可對各種時變系統, 例如通訊、控制、信號處理、視頻處理和圖像處理系統等進行設計、仿真、執行和測試, 也可以進行基於模型的設計。



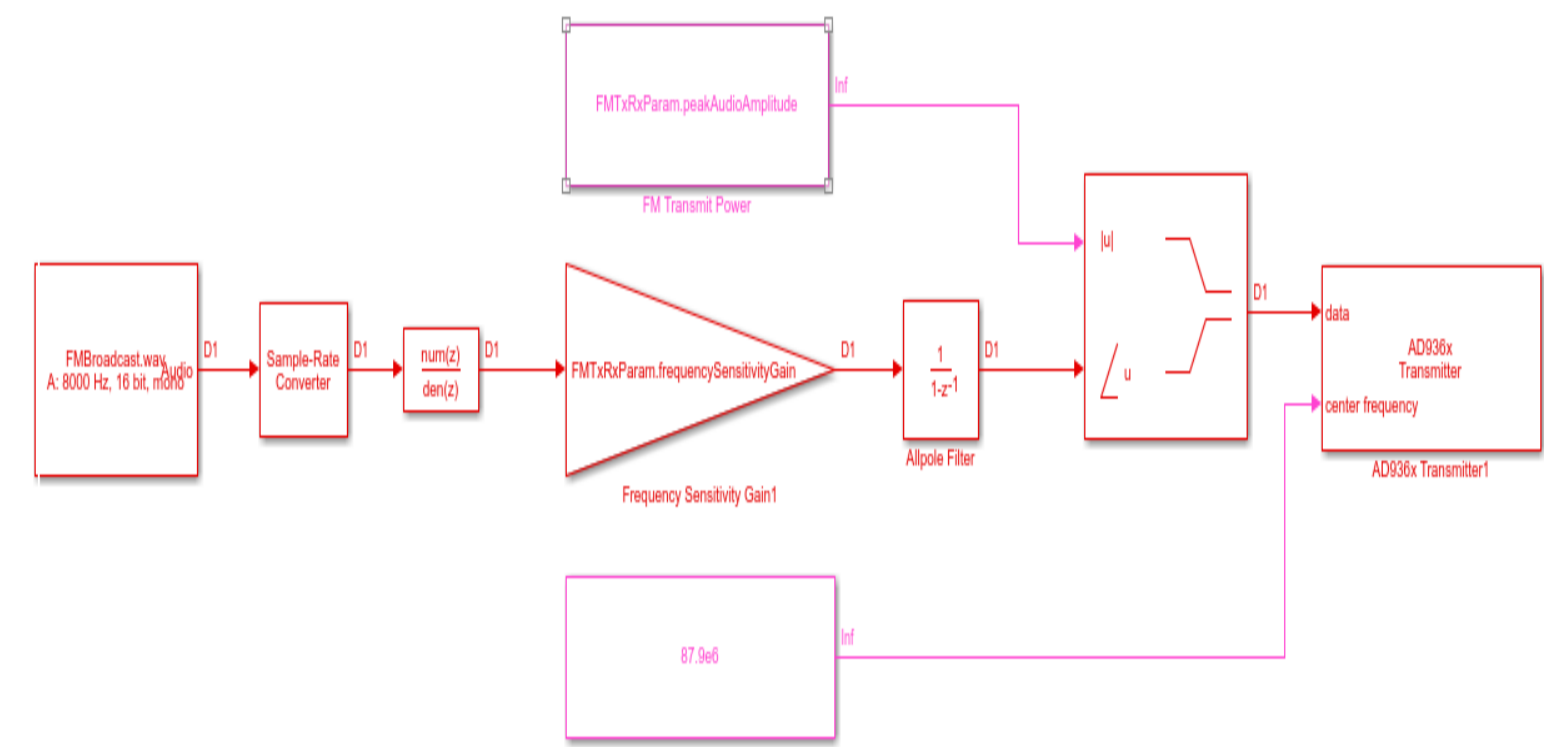
圖二、在matlab撰寫的程式



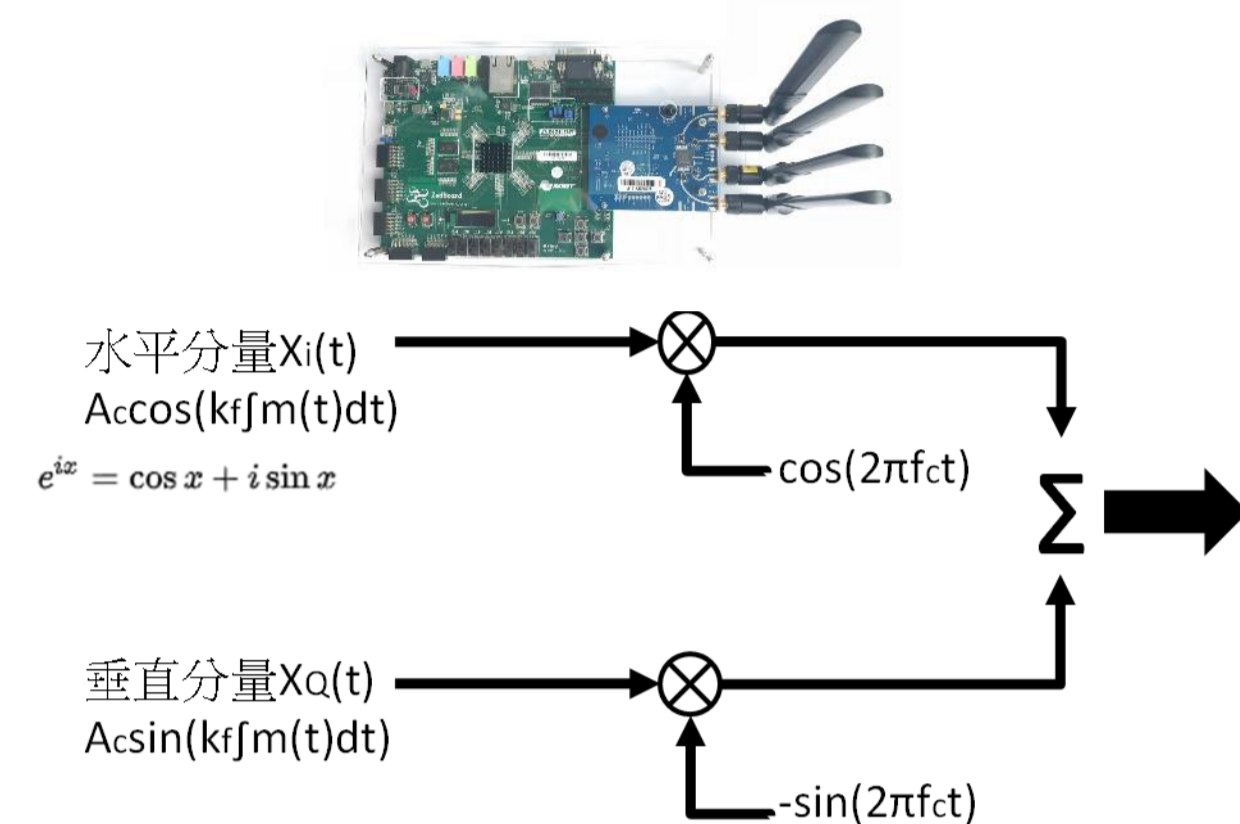
圖三、在Simulink上設計的方塊圖

實作方法與成果

在 matlab/Simulink 系統下撰寫調頻廣播收發器程式。先撰寫出一個傳送端調變訊號的程式, 先產生一個會頻率隨語音訊號改變的低頻訊號, 再經由Zedboard上的運算電路將低頻訊號“搭上”我們所指定的高頻訊號, 最後再由AD9361 RF module將高頻訊號傳送出去。整個Simulink傳送端的流程為: 傳入一個語音訊號→做“預加重”拉高訊號→用累加運算近似積分→將訊號處理成指數函數→送往Zedboard→利用Zedboard的電路運算將訊號與高頻混合→從AD9361 RF module發送出去

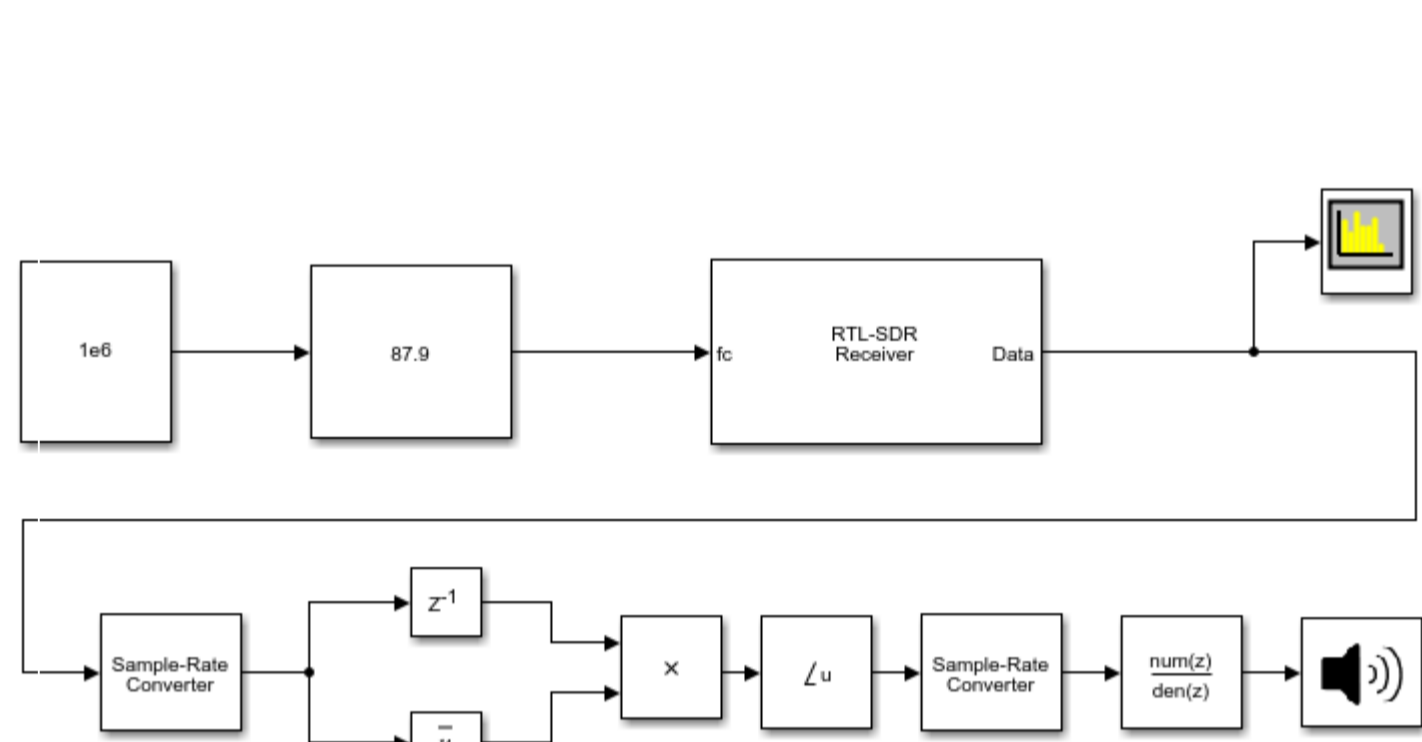


圖四、Simulink傳送端訊號處理的方塊圖

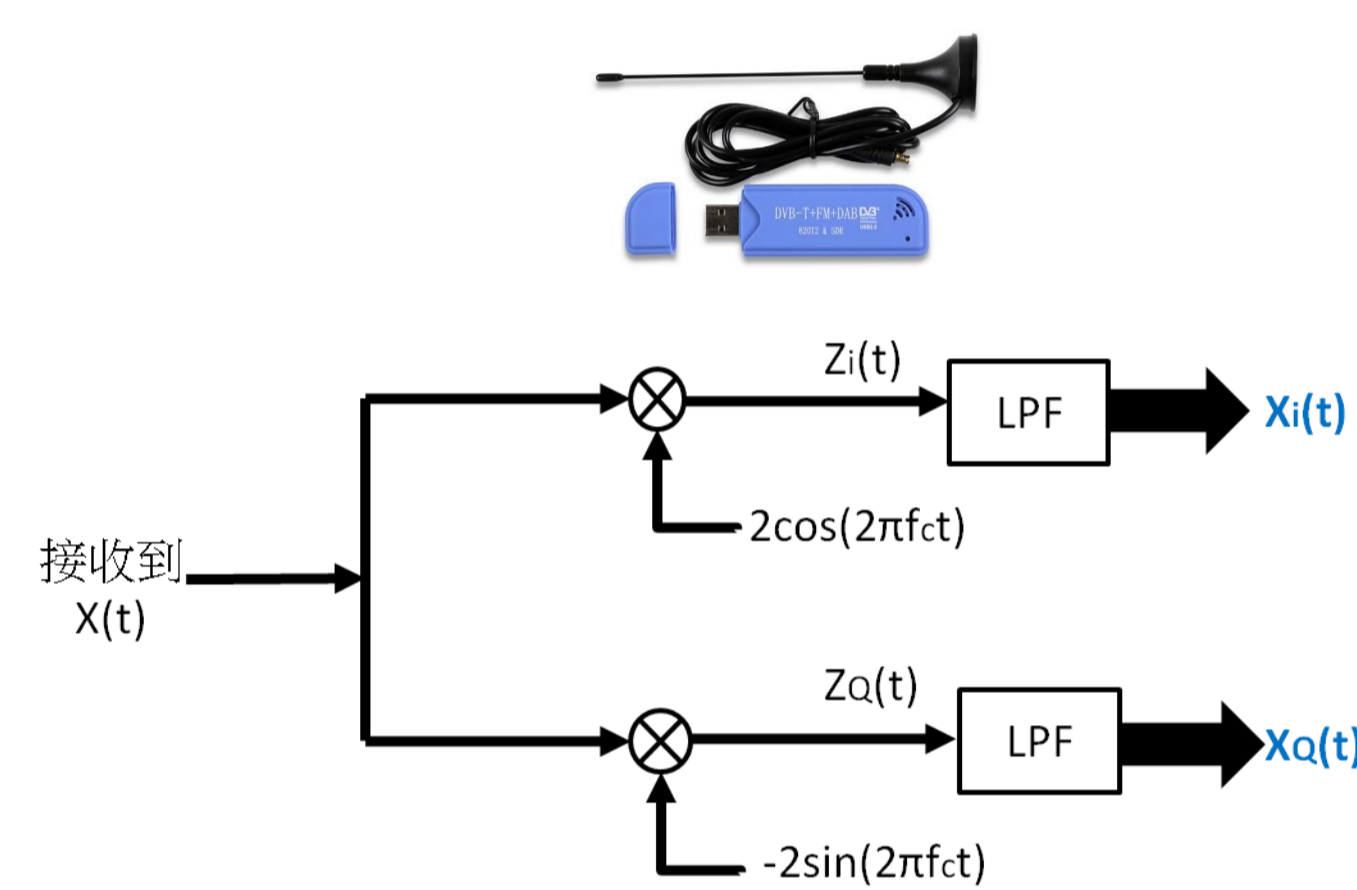


圖五、Zedboard的電路運算架構

圖六中的程式是Simulink接收端進行訊號處理的架構。RTL-SDR(圖七)接收到高頻訊號後, 再由RTL-SDR上的運算電路將高頻訊號經由低通濾波器處理為低頻訊號。藉由 matlab/Simulink上的程式將訊號處理為原本的語音訊號。

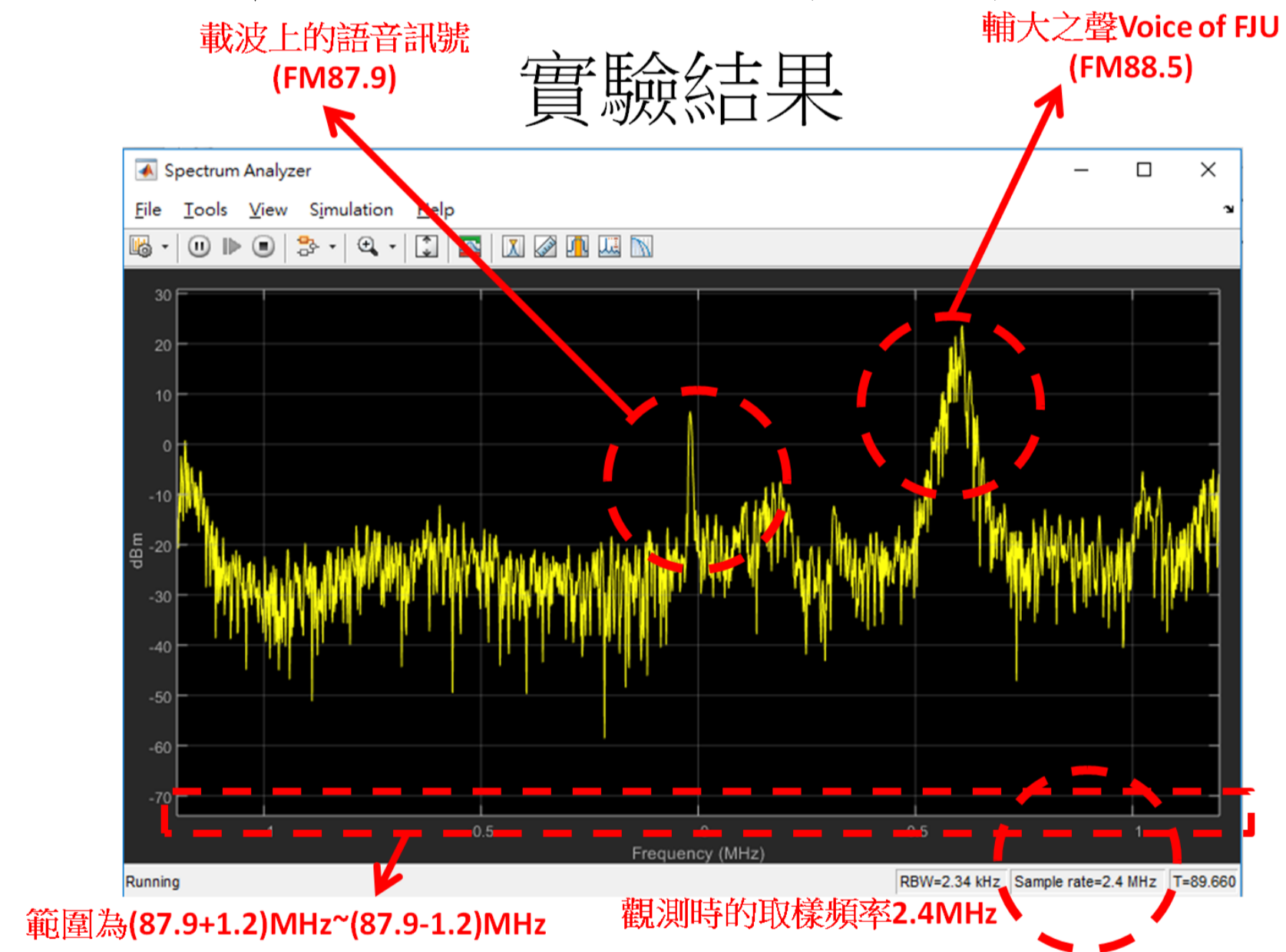


圖六、Simulink接收端訊號處理的方塊圖

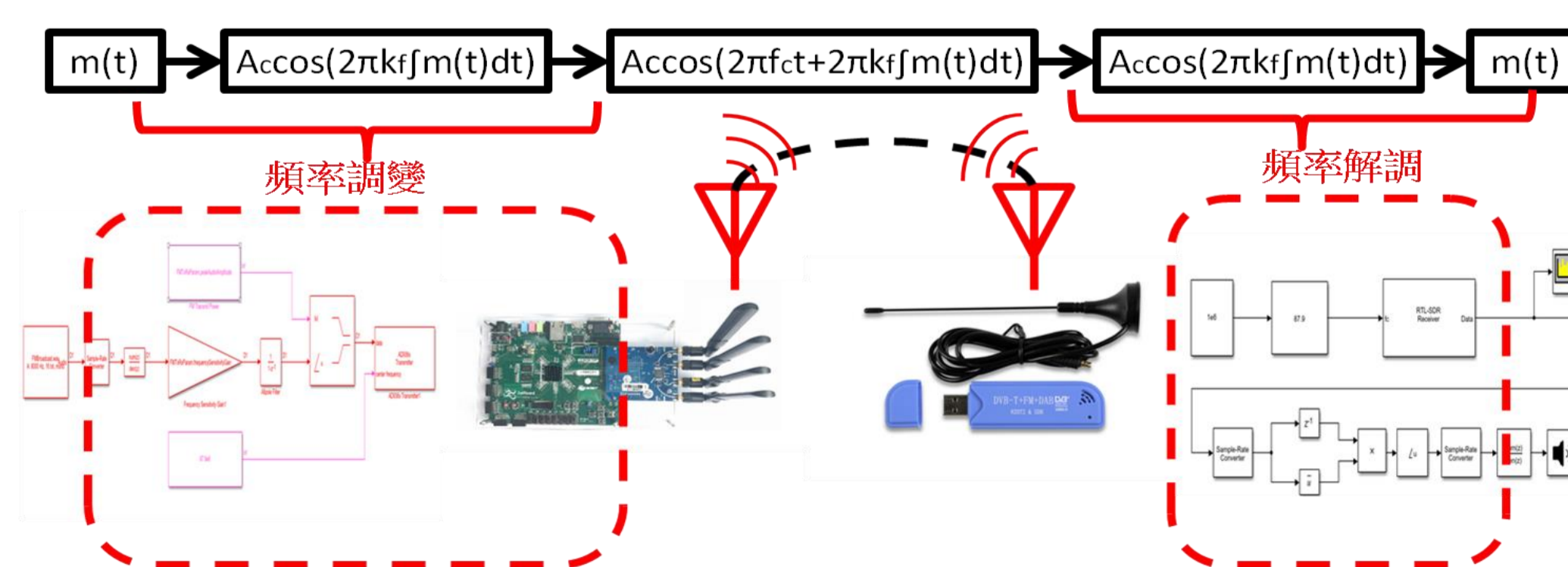


圖七、RTL-SDR的電路運算架構

圖八是RTL-SDR的測量結果, 並以基頻模型表示。當接收到高頻訊號, 可以藉由matlab產生的結果觀察出尚未解調的訊號。圖中的兩個訊號分別為我們指定傳送的高頻訊號 (FM87.9), 以及輔大之聲Voice of FJU的頻道(FM88.5)。



圖八、matlab產生出的基頻模型



圖九、整個調頻廣播收發器的架構

圖九即為調頻廣播收發器的全圖。從語音訊號開始, 經由 matlab/Simulink 的程式和 Zedboard 的運算電路進行頻率調變並藉由 AD9361 RF module 將高頻訊號傳出。在接收端再透過 RTL-SDR 和 matlab/Simulink 進行頻率解調, 最後處理為原本的語音訊號。

結論

透過這次的調頻廣播收發器的專題, 讓我們可以模擬出日常生活中FM廣播的原理, 包括整個頻率調變/解調以及實際硬體的運算電路功能。



2018 輔仁大學電機工程學系 大學部專題成果展

