

ACSE Labs

Lab Report

Lab 03 – System

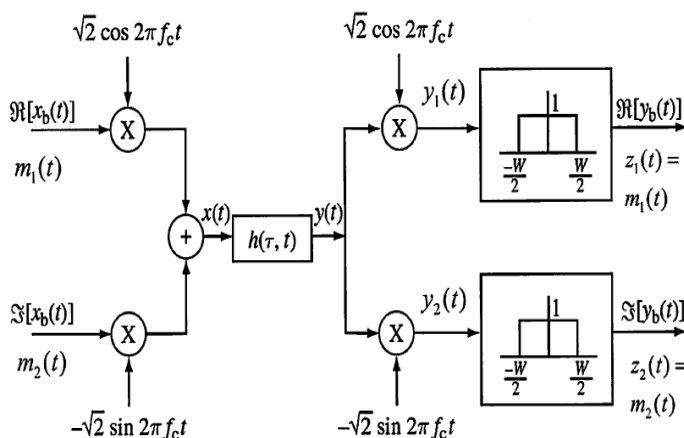
姓名：廖冠勳
系級：電信
學號：0860306

A. 實驗目的

- 瞭解 Communication System 特性，包含 carrier、modulation、demodulation 等過程。
- 了解 LPF 在通訊系統中扮演的角色與功用。
- 了解通訊系統使用虛數作為 equivalent model，方便設計 modulation 的頻域需求與訊號的調校。
- 了解 modulation 時，訊號在頻率域的變化。

B. 實驗原理

- FIR/IIR 系統性質：
- 實數系統：



實際實作通訊系統時，所使用的模型，裡面有許多數學細節十分有趣：首先在訊號傳輸之前，我們使用下面此式的訊號進行傳輸。

$$x(t) = \sqrt{2} [m_1(t) \cos(2\pi f_c t) - m_2(t) \sin(2\pi f_c t)]$$

當此組訊號到達接收端時，分別為 y_1 與 y_2 可進行如下的計算：

$$\begin{aligned} y_1(t) &= 2y(t) \cos(2\pi f_c t) \\ &= 2[m_1(t) \cos(2\pi f_c t) - m_2(t) \sin(2\pi f_c t)] \cos(2\pi f_c t) \\ &= m_1(t) [1 + \cos(4\pi f_c t)] - m_2(t) \sin(4\pi f_c t) \end{aligned}$$

對 $y_1(t)$ 來說，使用 $\cos(2\pi f_c t)$ 進行解調，乘上訊號後，再進行降階(即)使用三角函數

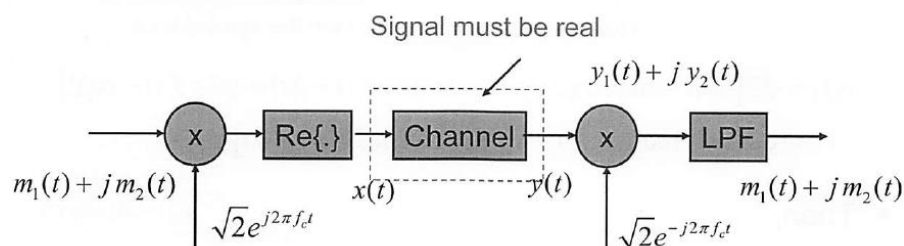
公式，將 $\cos \cdot \cos$ 與 $\sin \cdot \cos$ 分別變成單一的 sinusoidal signal，此時，再使用 LPF 將這些頻率為 $4 \cdot \pi \cdot f_c$ 的波型濾除，即可得到傳送的訊號 $m_1(t)$

同理在另外一端的訊號 $m_2(t)$ ：

$$\begin{aligned}
 y_2(t) &= -2y(t)\sin(2\pi f_c t) \\
 &= -2[m_1(t)\cos(2\pi f_c t) - m_2(t)\sin(2\pi f_c t)]\sin(2\pi f_c t) \\
 &= -m_1(t)\sin(4\pi f_c t) + m_2(t)[1 - \cos(4\pi f_c t)]
 \end{aligned}$$

也可以透過相同的解調變手法將 m_2 濾出來。

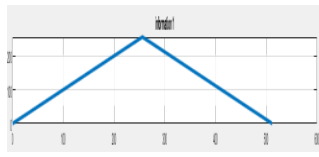

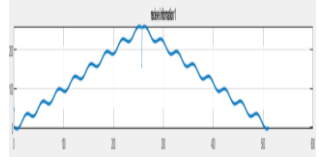

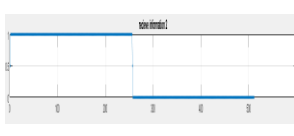
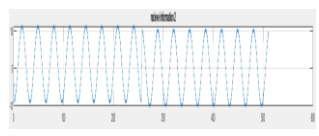
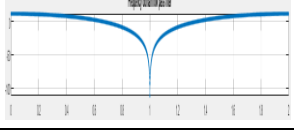
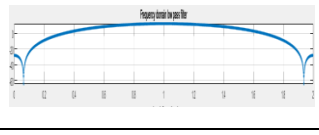
■ 虛數系統：



我們將原本載在 \sin 項次的訊號用虛部表示，可有效的表示出兩個訊號正交的性質，雖然此種系統在實際上不存在，但在分析與模擬上可以降低許多的運算量，在後續的各個實驗中可看到相同的手法。

■ 補充：

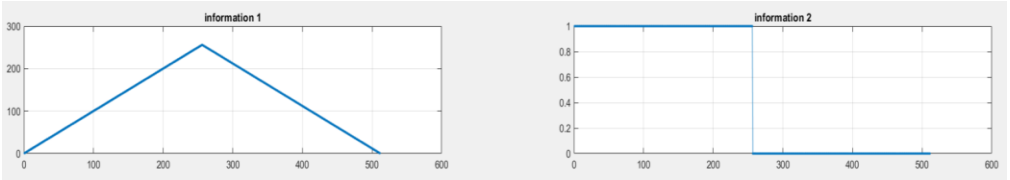
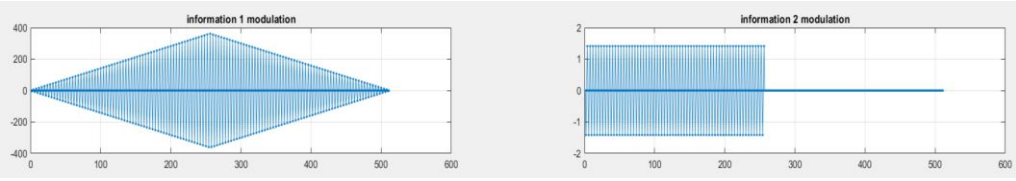
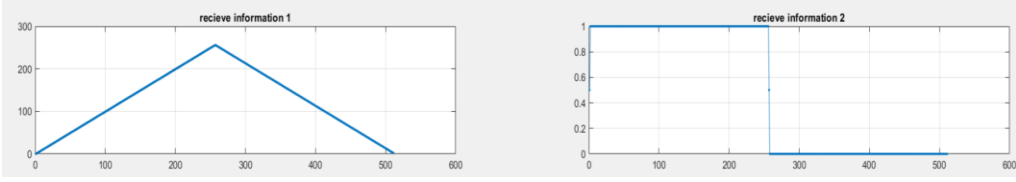
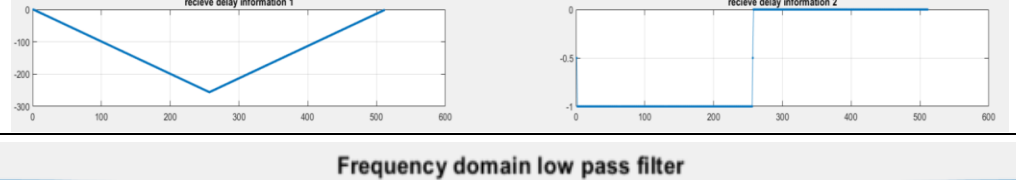
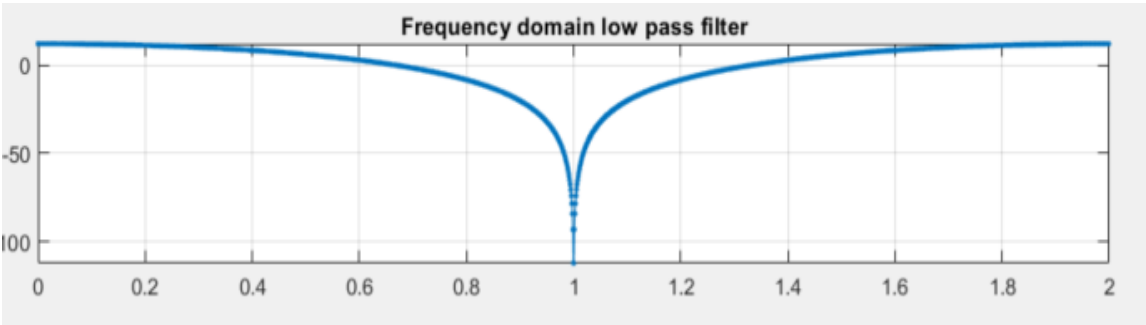
在實際實驗的過程中，載波頻率使用 $1/64$ 時，為了使用 LPF 消除此載波，Zero 必須設計在 $4 \cdot \pi \cdot 1/64 = \pi/16$ 處，容易濾掉低頻訊號，若訊號為方波，就會造成接收端得到的訊號如下，連方波平滑區段都因為在低頻區而被濾除。所以必須使用載波頻率 $1/4$ ，此時 Zero 設計在 π 處，可視為一個完美的 LPF。

	傳送訊號	接收訊號($f_c = 1/4$)	接收訊號($f_c = 1/64$)
三角波			
方波			
Filter Frequency response			
		為完美的 LPF	Band reject filter

C. 實驗模擬結果與分析

■ 實數與虛數系統：

● Result：

Signal Type	三角波加上方波進行傳送	
Carrier Frequency	1/4 (rad)	
原來的波型		
傳送的波形 (modulation 波形)		
接收的波形		
Delay 版本 接收的波形		
LPF 的 Frequency Response		
分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. Delay 週期的整數倍造成訊號相位的反轉。 2. 使用頻率為 1/4 的 modulation 訊號可有效的在 filter 端設計出完美的 LPF，有保護傳送訊號的效果。 	