

# 通訊系統模擬

## 實習 3

### 振幅調變與解調之分析與模擬

班級：網通四甲

姓名：范盛琮(4A10H023)

陳羿如(4A136058)

指導老師：余兆棠

中華民國 104 年 11 月 25 日

# 實習 3 振幅調變與解調之分析與模擬

## 1 實習目的

本實習主要探討傳統廣播系統相當重要的振幅調變(amplitudemodulation, AM) 調變與解調技術，一般振幅調變泛指包含載波的 Full AM，藉由分析模擬振幅調變與解調之時域波與頻域頻譜而充分了解振幅調變與解調技術。分析模擬 AM 正常調變與過調變之時域波形，了解波封檢波器或稱包跡檢波器(envelope detector)做解調之限制。

## 2 理論分析

### 2.1 AM 調變原理

- ◆ 假設  $m(t)$  為一訊息訊號(message signal)，一般稱為基頻訊號。
- ◆ 考慮一個載波定義為  $c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$  其中  $t$  表示時間 (秒)  $A_c$  表示載波振幅  $f_c$  表示載波頻率
- ◆ AM 的調變原理為訊息訊號乘上載波後再加上載波，可表示為

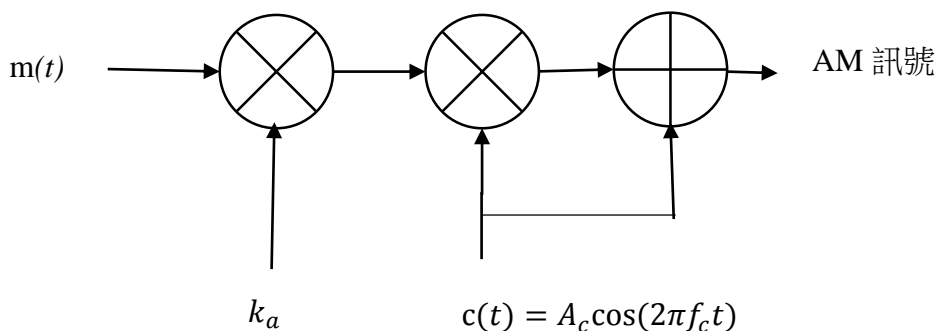
$$\phi_{AM}(t) = m(t) \times k_a \times A_c \cos(2\pi f_c t)$$

$$\phi_{AM}(t) = A_c [1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$$

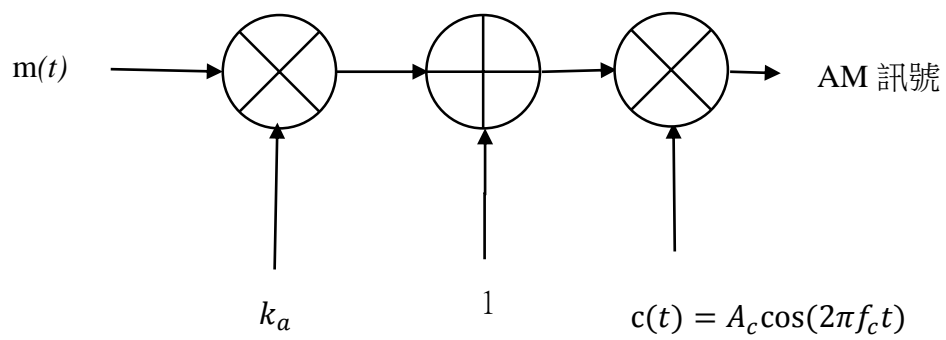
其中  $k_a$  為一個常數，一般可稱為振幅靈敏度。

### 2.2 AM 數學分析模型

- 型式一： $\phi_{AM}(t) = m(t) \times k_a \times A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c \cos(2\pi f_c t)$

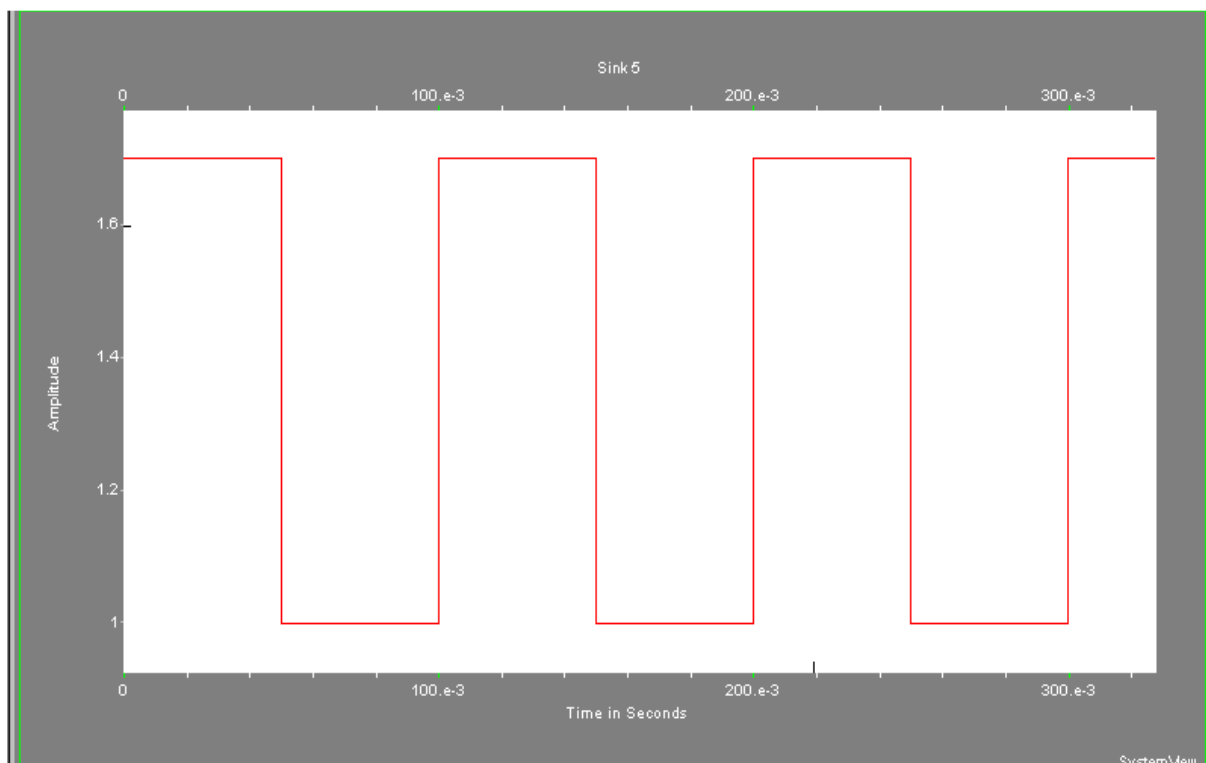


- 型式二:  $\phi_{AM}(t) = A_c[1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$

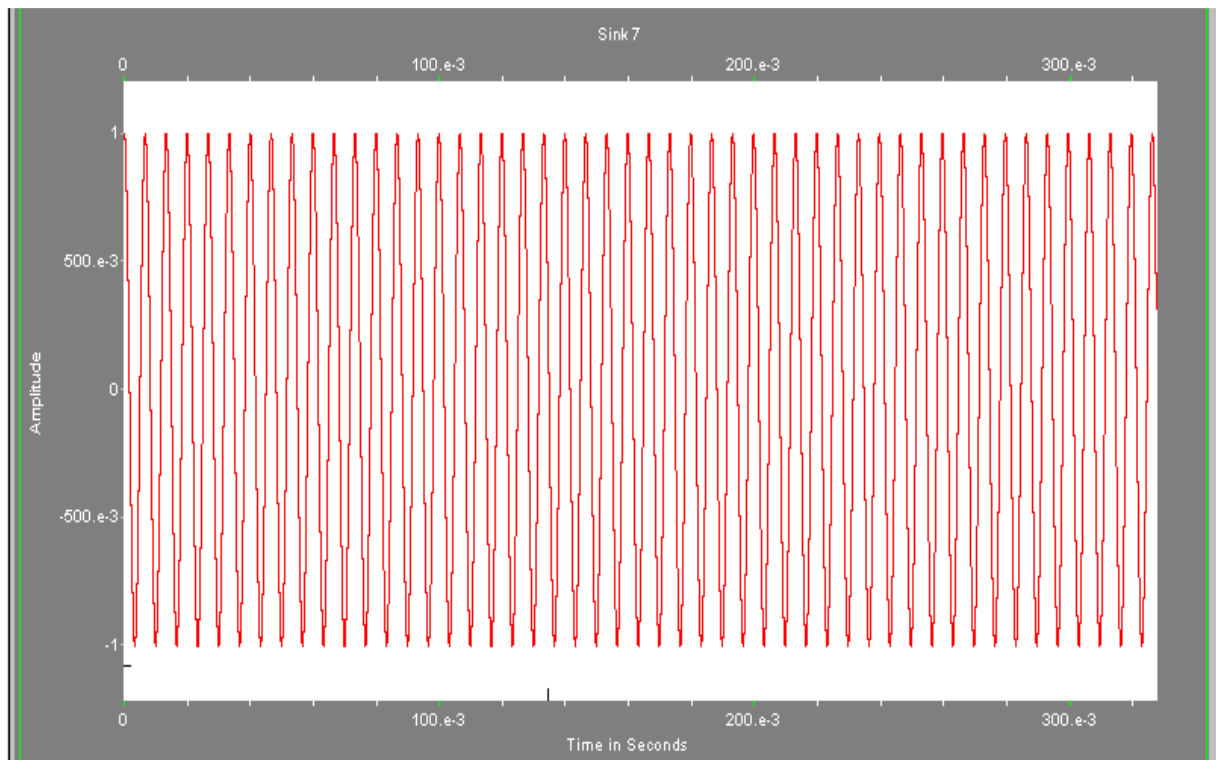


### 2.3 訊息與載波訊號

- 訊息訊號(message signal)  $m(t)$



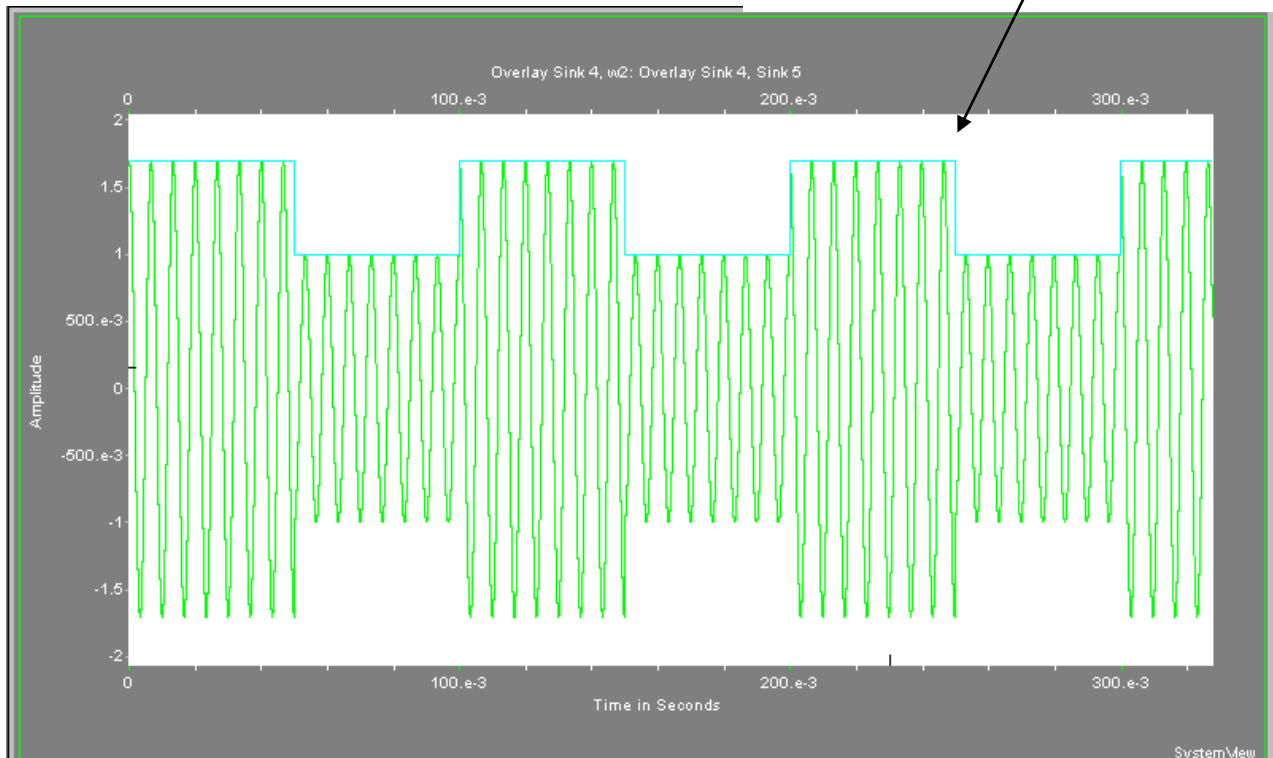
- 載波訊號(carrier signal)  $c(t)$



#### 2.4 時域上之 AM 訊號

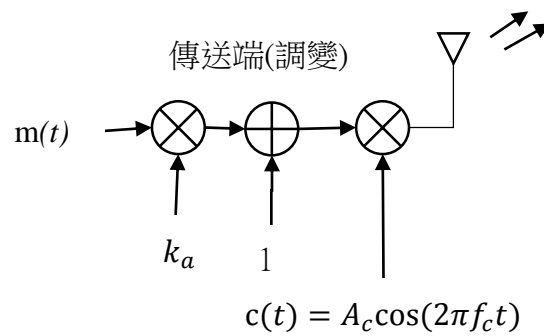
$$\phi_{AM}(t) = A_c(1 + k_a m(t)) \cos(2\pi f_c t)$$

原訊號波形與調變後訊號之波封相同  
(原訊號與載波訊號之振幅成比例，  
或原訊號控制載波訊號之振幅變化)



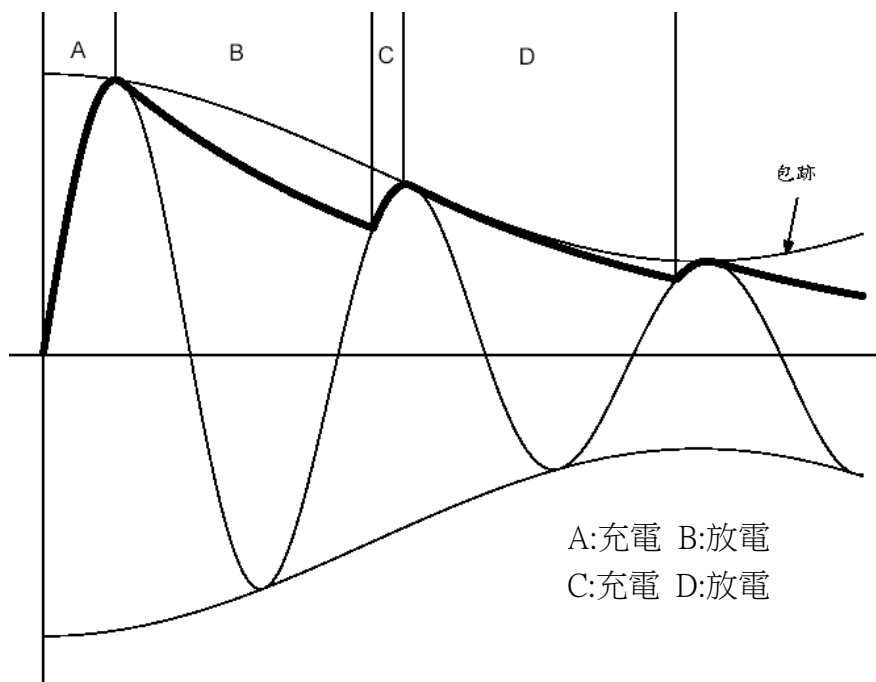
## 2.5 訊號解調

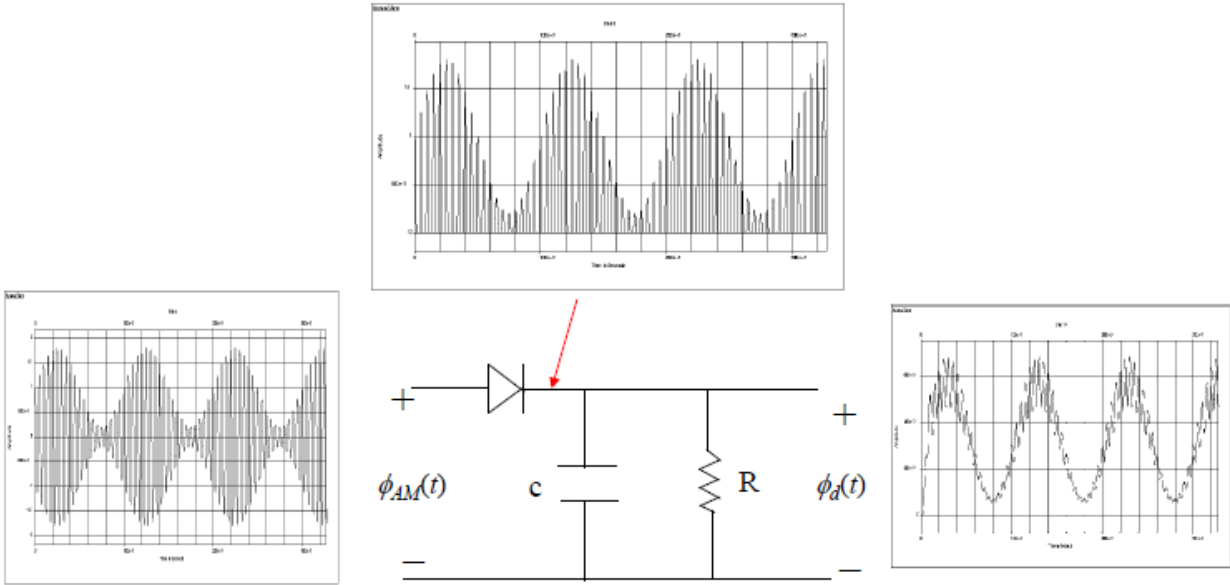
- 解調目的是把接收到的 AM 調變訊號，回覆到原始未經調變的訊號的一個程序。
- AM 訊號的解調方式為使用二極體檢波電路或稱波封檢測器(envelopedetector)，首先經由二極體將負電壓濾除，再經由 RC 充放電電路解調訊號，因此完整的 AM 解調架構如下圖所示。



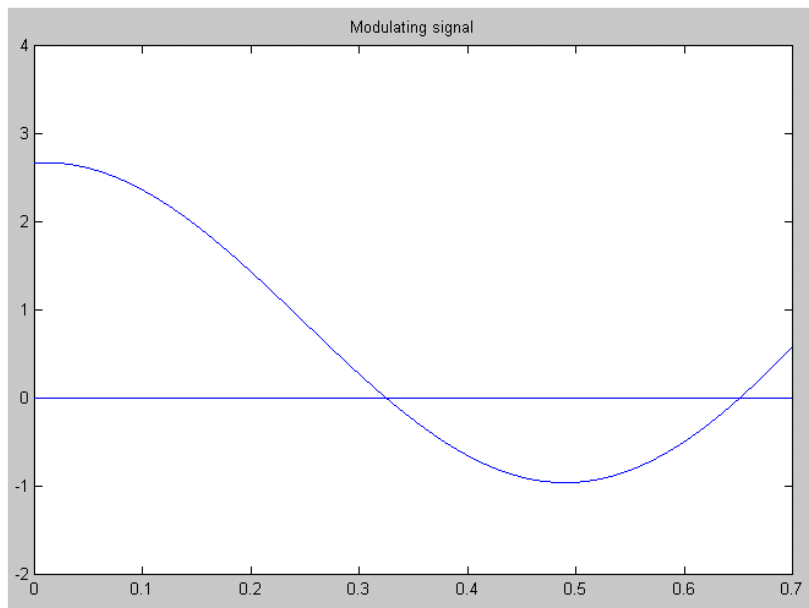
## 2.6 圖解波封檢測器解調訊號

圖解 RC 電路充放電原理





## 2.7 調變(訊息)訊號



## 2.8 正常調變後訊號

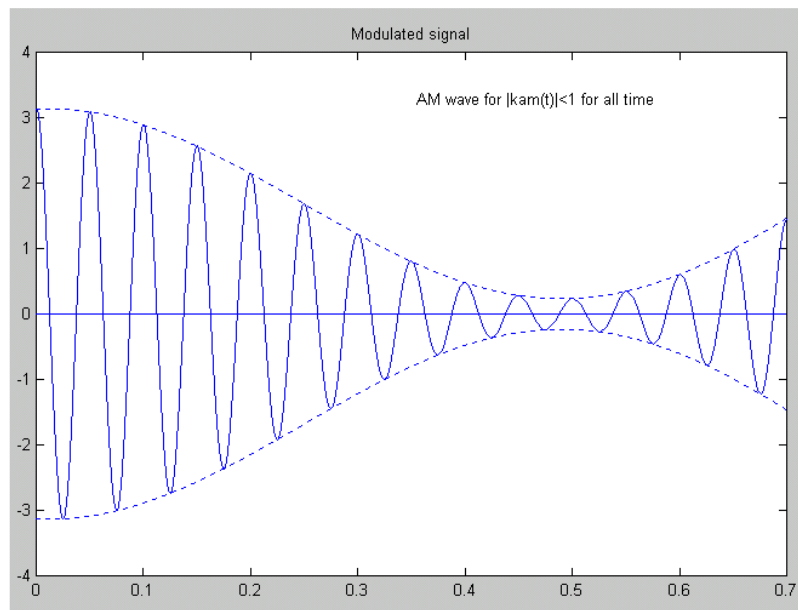


圖 1 正常調變訊號圖

## 2.9 過調變訊號

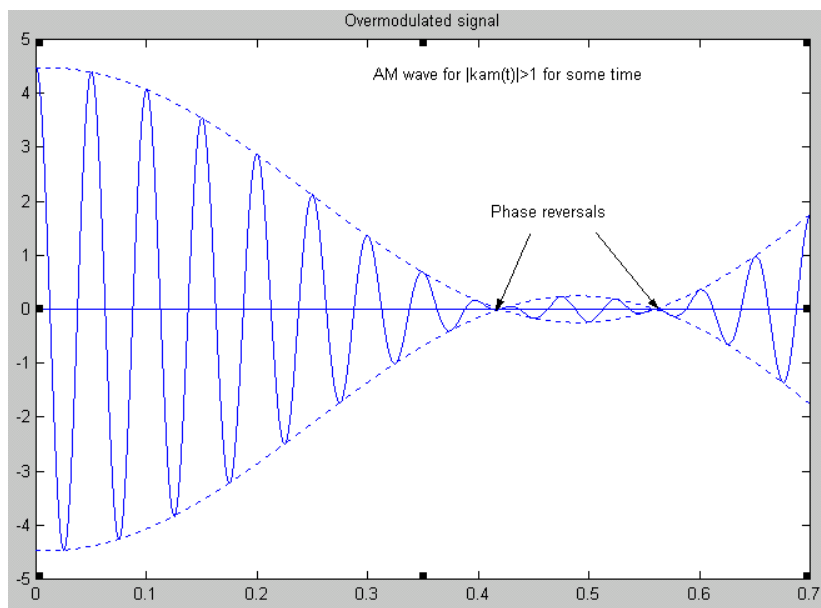
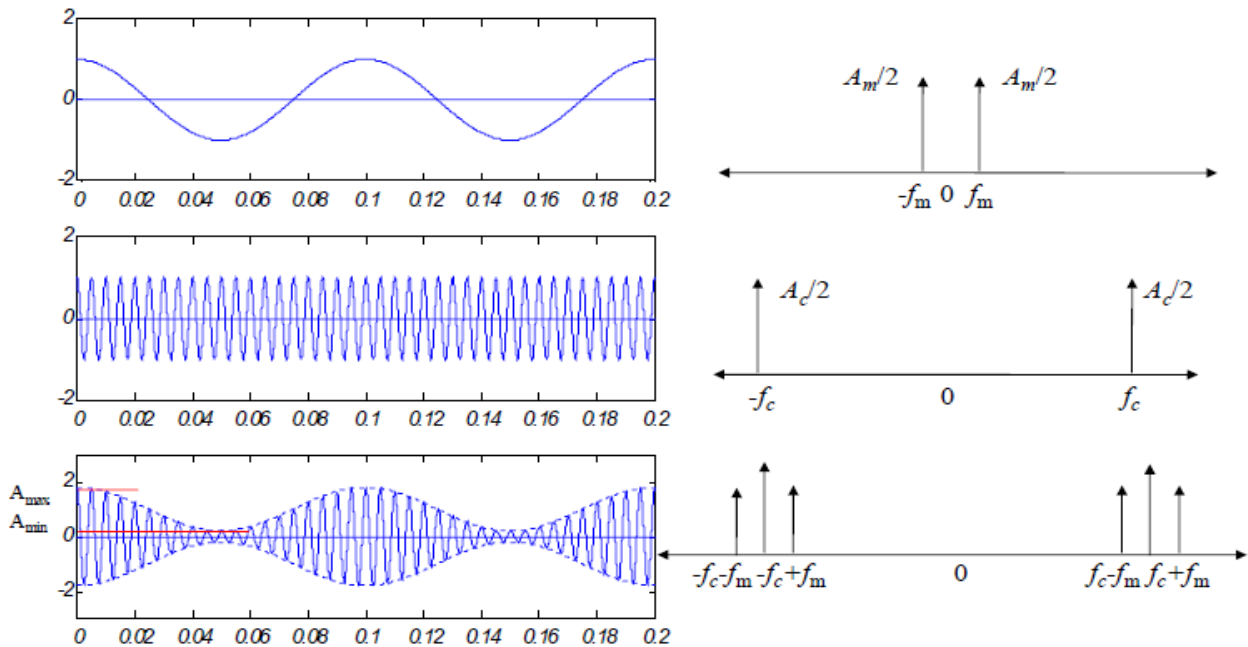


圖 2 過調變訊號圖

## 2.10 AM 訊號之頻譜

### 2.11 範例：單調訊號 AM 調變(single-tone modulation)



### 2.12 AM 調變與解調(100%調變)

## 3 實習方法與步驟

### 3.1 調變與解調模擬(100%調變)

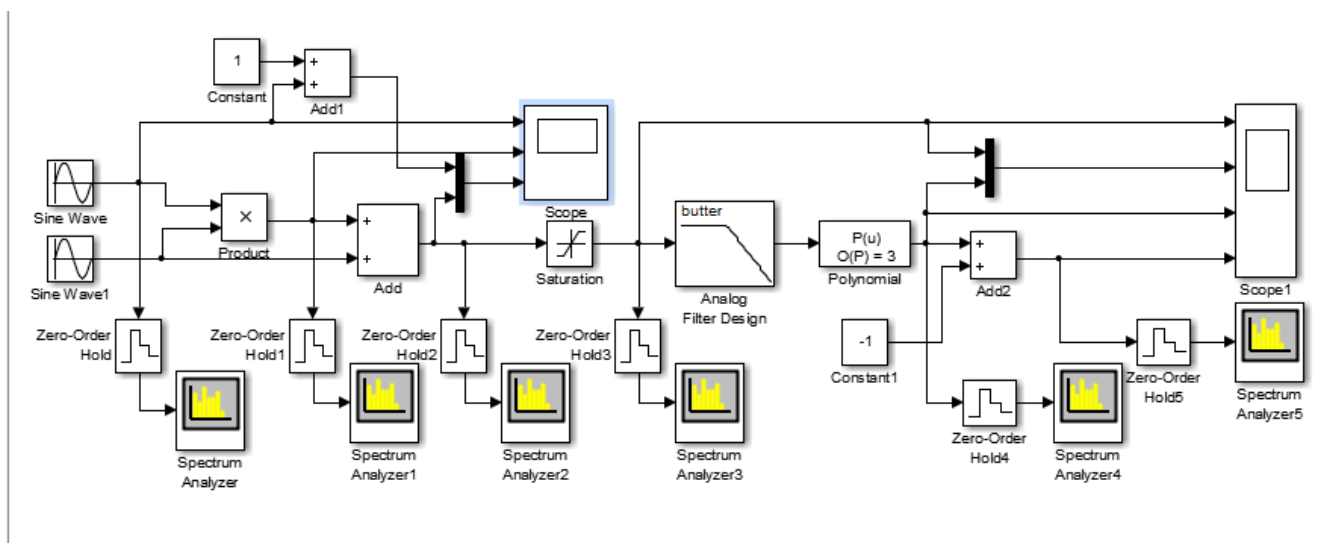


圖 3 模擬系統模型



時域上觀察傳送端之訊號

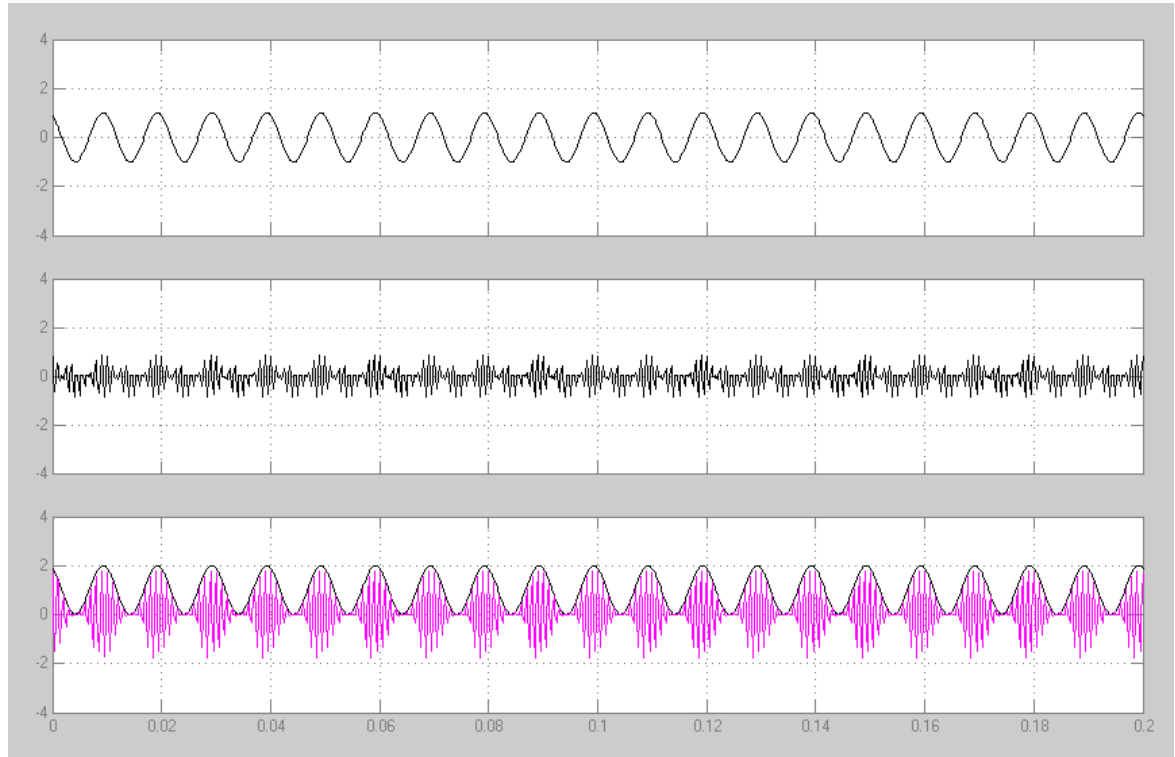


圖 4 AM 訊號傳送端調變

時域上觀察接收端之訊號

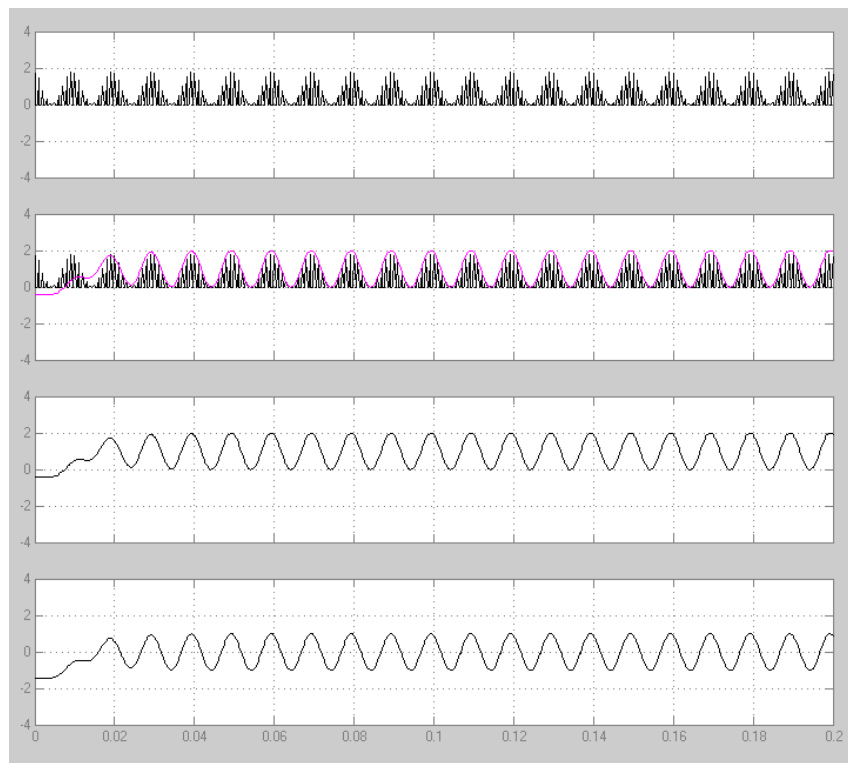


圖 5 AM 訊號接收端調變

## AM 訊號接收端、傳送端解調變過程的頻譜

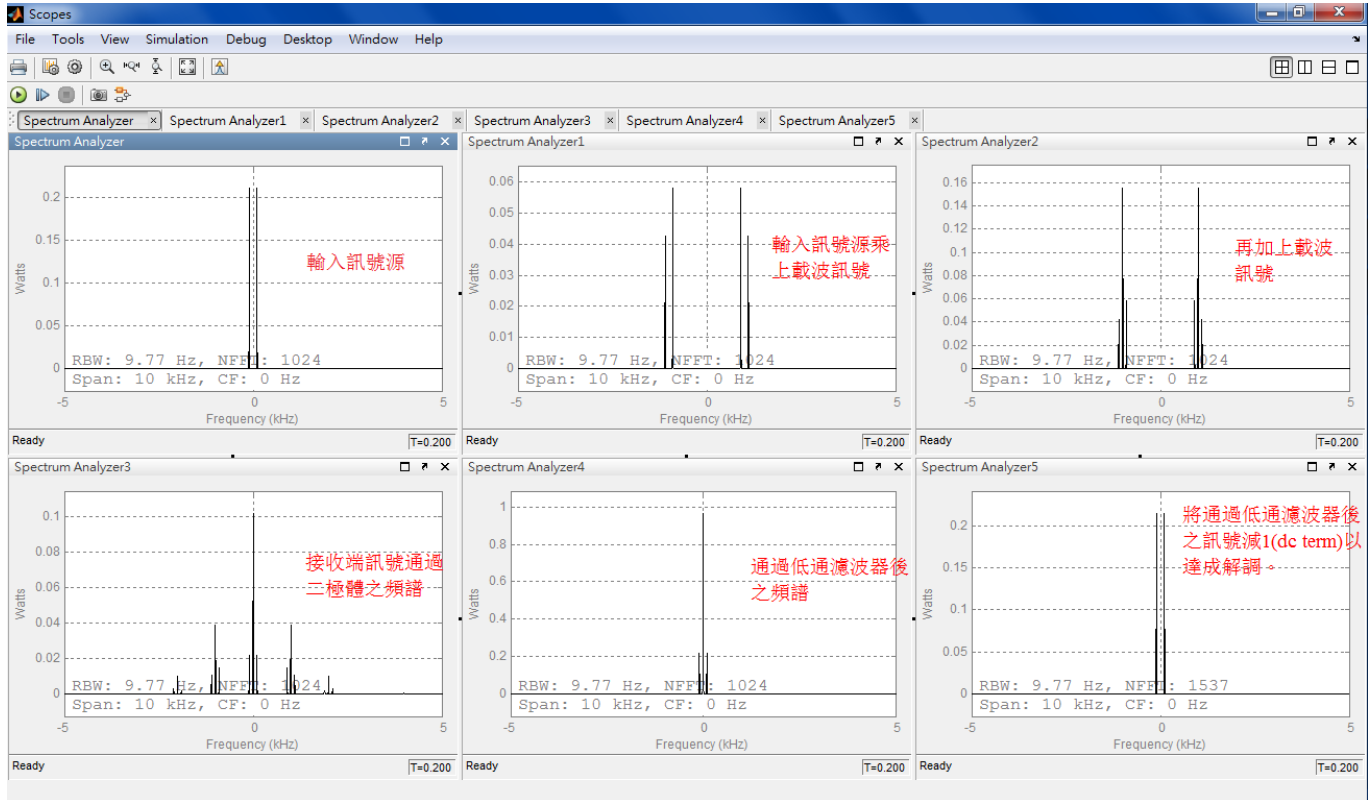


圖 6 調變與解調頻域模擬結果

### 3.2 調變與解調(過調變)

修改設定訊號參數之基頻訊號  $m(t)$  參數的振幅  $A_m$  為 2(大於 1)即可產生過調變

時域上觀察傳送端之訊號，由下圖可觀察到 AM 訊號傳送端調變的過

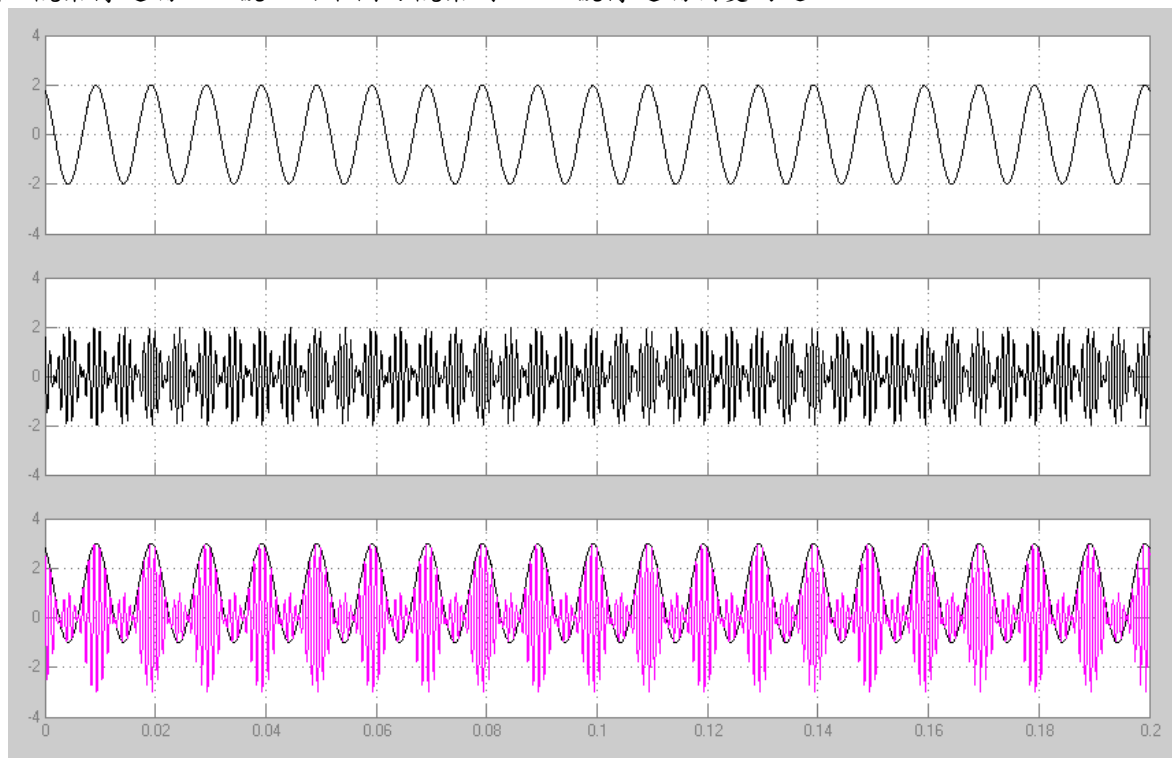


圖 7 時域觀察傳送端訊號

調變的 AM 訊號接收端解調過程之波形。

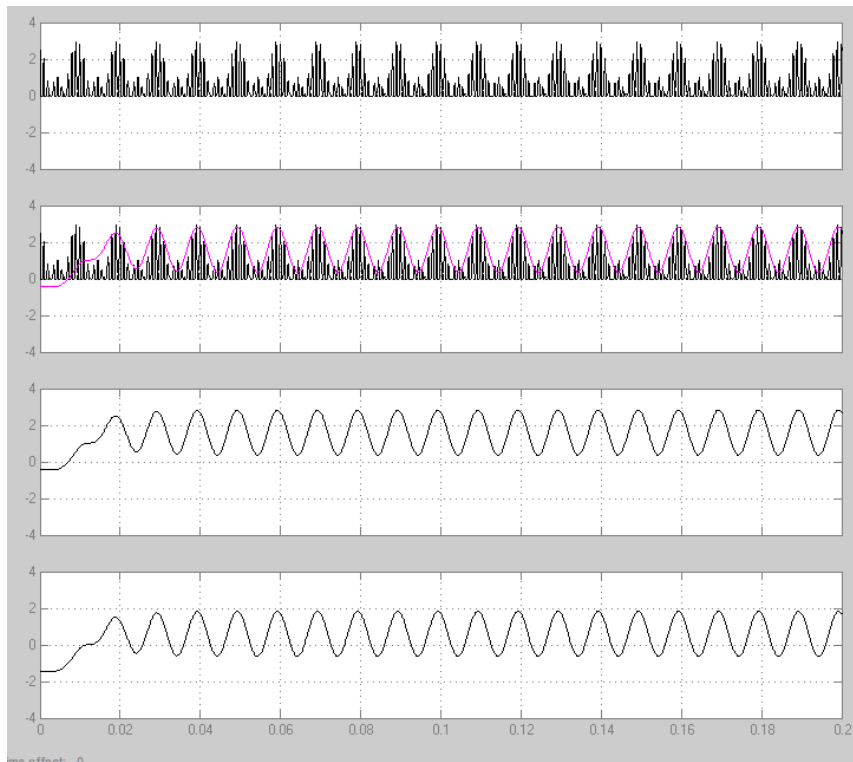


圖8 時域觀察接收端訊號

AM訊號傳送端調變的過程

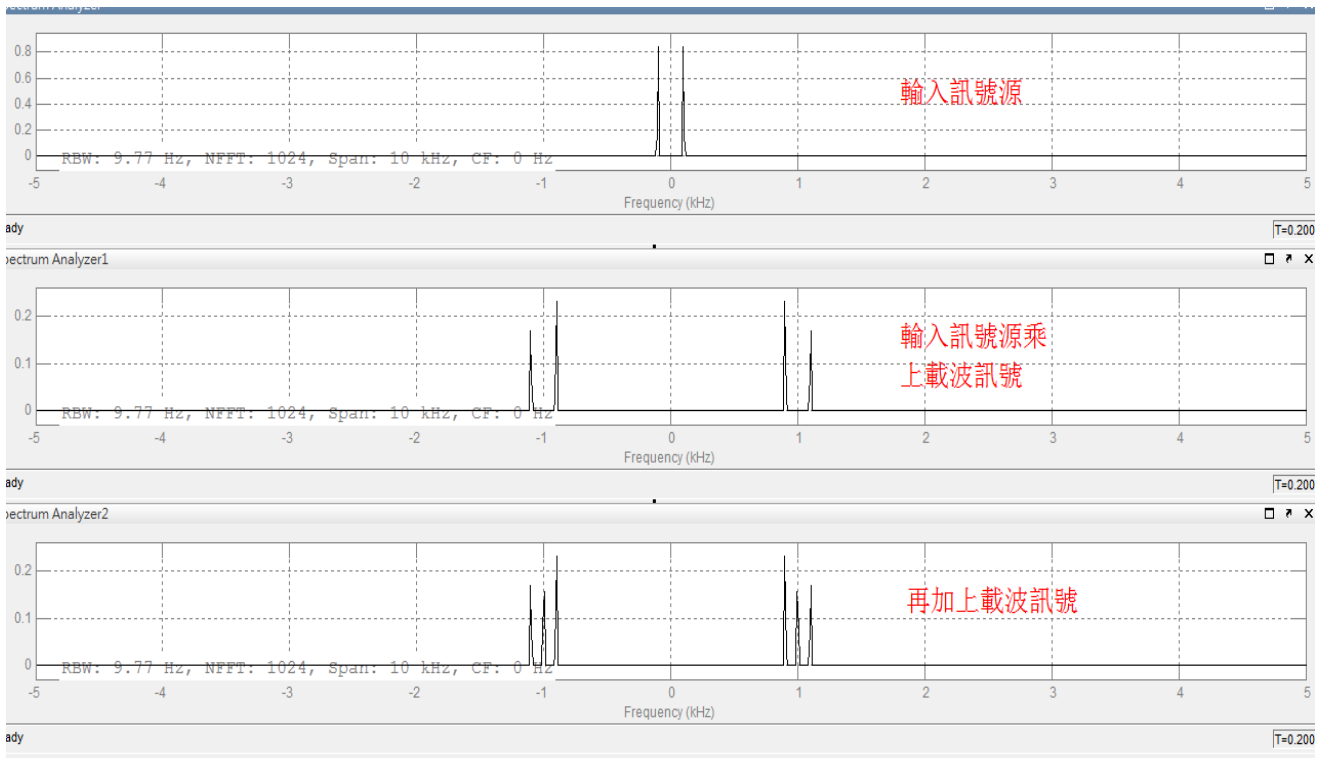


圖9 頻域觀察傳送端訊號

AM訊號接收端解調過程的頻譜。

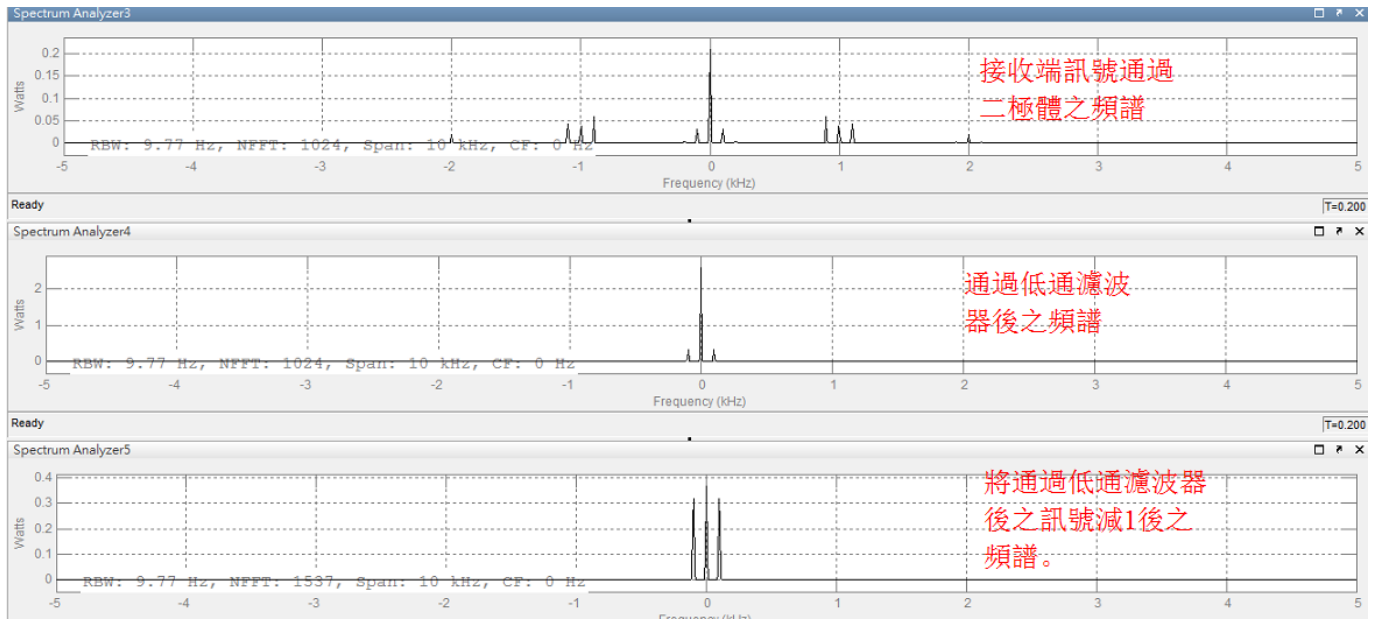


圖10 頻域觀察接收端訊號

## 4 結果與討論

透過本實習可以充分了解方波之時域與頻域特性，同時分析與模擬週期信號的傅利葉級數，可學到週期信號在時域與頻域的特性，本實習可以初步建立頻譜的觀念。

## 參考文獻

- [1] S. Haykin, Communication Systems, John Wiley & Sons, New York, 3rd Edition, 1994.
- [2] R.E. Zimer and W.H. Tranter, Principle of. Communications : Systems, Modulation and Noise, 5th. Edition, 2002.
- [3] RC.T Lee, Mao-Ching Chiu, and Jung-Shan Lin, Communication Engineering - Essentials for computer Scientists and Electrical Engineers, John Wiley, 2007.
- [4] J. G. Proakis and M. Salehi, Communication system engineering, 2nd ed. NJ: Prentice-Hall, 2002.
- [5] Matlab/Simulink online help manual.