

通訊原理與實驗 LAB 05：線碼

1. 實驗目的：MATLAB 程序實現線碼 (line coding) 與其相關設計。

2. 實驗內容：

參照維基百科解釋，線碼信號以電壓或電流變化的形式(通常使用差分信號)直接放在傳輸線上。若用於基帶(baseband)信號，線碼信號需經歷進一步的整形(以減小其頻率帶寬)，如果使用調變(modulation)，可通過自由空間發送 RF 信號，或亦可用於以下：

- 用於光通信中打開和關閉光源，最常用於紅外遙控。
- 打印在紙上以創建條形碼。
- 可轉換為硬碟驅動器或磁帶驅動器上的磁化點。
- 可轉換為光碟上之資訊儲存方式。

線碼的常見類型是單極性、雙極性、NRZ(訊號不歸零)、RZ(訊號歸零)和曼徹斯特編碼，如下圖所示。

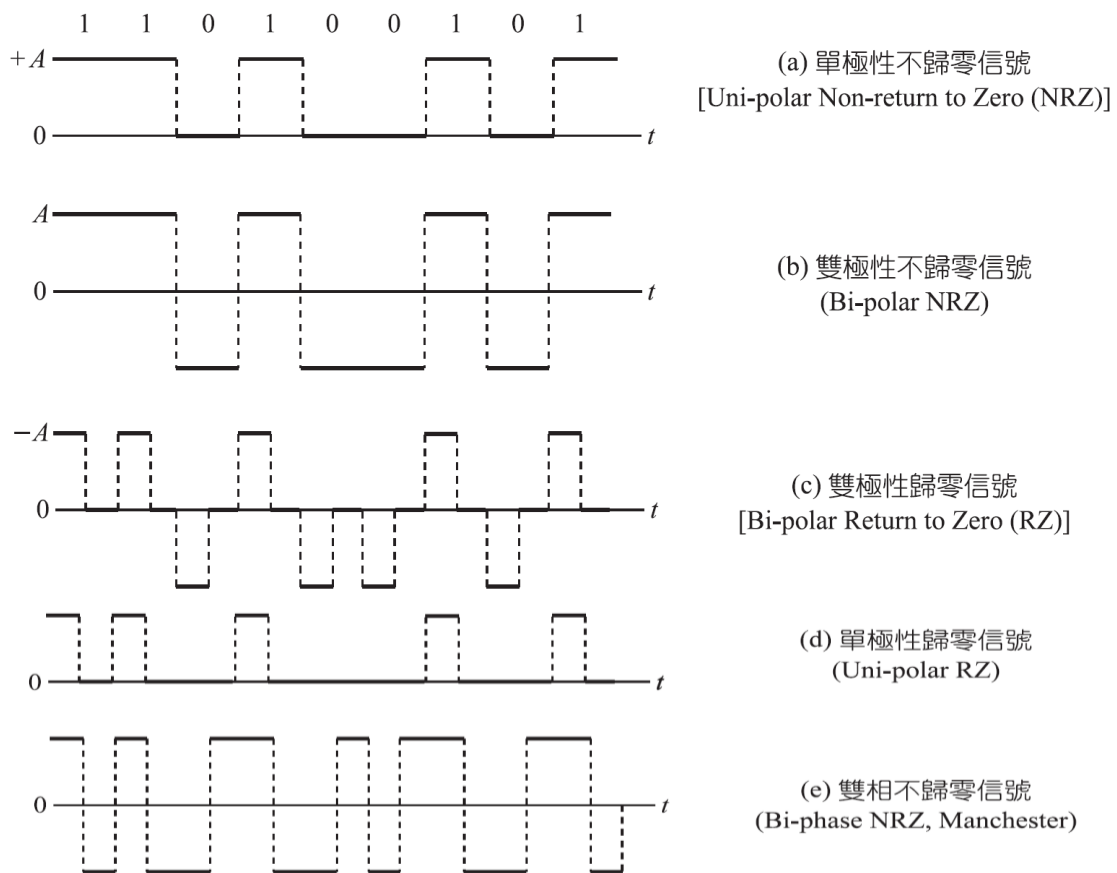


圖 5-1 不同的線碼

程式：

```
line_coding.m  ×  +
1      % 展示 4種不同的 line codings
2      % Unipolar NRZ
3      % Unipolar RZ
4      % Bi-Polar RZ
5      % Manchester (Bi-Polar NRZ)
6
7      bits = [1 0 1 0 0 0 1 1 0]; %信息
8      bitrate = 1; % 位元率 = 1 bit per second
9
10     figure;
11     [t,s] = unrz(bits,bitrate); % Unipolar NRZ
12     subplot(3,1,1);
13     plot(t,s,'LineWidth',3);
14     axis([0 t(end) -0.1 1.1])
15     grid on;
16     title(['Unipolar NRZ: [' num2str(bits) ']']);
17     N = length(t);
18     freq = -N/2:N/2-1;
19     subplot(3,1,2);
20     plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
21     title('Frequency Spectrum');
22     subplot(3,1,3);
23     plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
24     title('Frequency Spectrum of [-50, 50]');
25     xlim([-50, 50]);
26
27     figure;
28     [t,s] = urz(bits,bitrate); %Unipolar RZ
29     subplot(3,1,1);
30     plot(t,s,'LineWidth',3);
31     axis([0 t(end) -0.1 1.1])
32     grid on;
33     title(['Unipolar RZ: [' num2str(bits) ']']);
34     N = length(t);
35     freq = -N/2:N/2-1;
36     subplot(3,1,2);
37     plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
38     title('Frequency Spectrum');
39     subplot(3,1,3);
40     plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
41     title('Frequency Spectrum of [-50, 50]');
42     xlim([-50, 50]);
```

圖 5-2-1 line coding 程式

```

43
44 - figure;
45 - [t,s] = prz(bits,bitrate); % Bi-Polar RZ
46 - subplot(3,1,1);
47 - plot(t,s,'LineWidth',3);
48 - axis([0 t(end) -1.1 1.1])
49 - grid on;
50 - title(['Bi-Polar RZ: [' num2str(bits) ']']);
51 - N = length(t);
52 - freq = -N/2:N/2-1;
53 - subplot(3,1,2);
54 - plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
55 - title('Frequency Spectrum');
56 - subplot(3,1,3);
57 - plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
58 - title('Frequency Spectrum of [-50, 50]');
59 - xlim([-50, 50]);
60
61 - figure;
62 - [t,s] = manchester(bits,bitrate); % Manchester (Bi-Polar NRZ)
63 - subplot(3,1,1);
64 - plot(t,s,'LineWidth',3);
65 - axis([0 t(end) -1.1 1.1])
66 - grid on;
67 - title(['Manchester: [' num2str(bits) ']']);
68 - N = length(t);
69 - freq = -N/2:N/2-1;
70 - subplot(3,1,2);
71 - plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
72 - title('Frequency Spectrum');
73 - subplot(3,1,3);
74 - plot(freq, abs(fftshift(fft(s))));
75 - title('Frequency Spectrum of [-50, 50]');
76 - xlim([-50, 50]);

```

圖 5-2-2 line coding 程式(續)

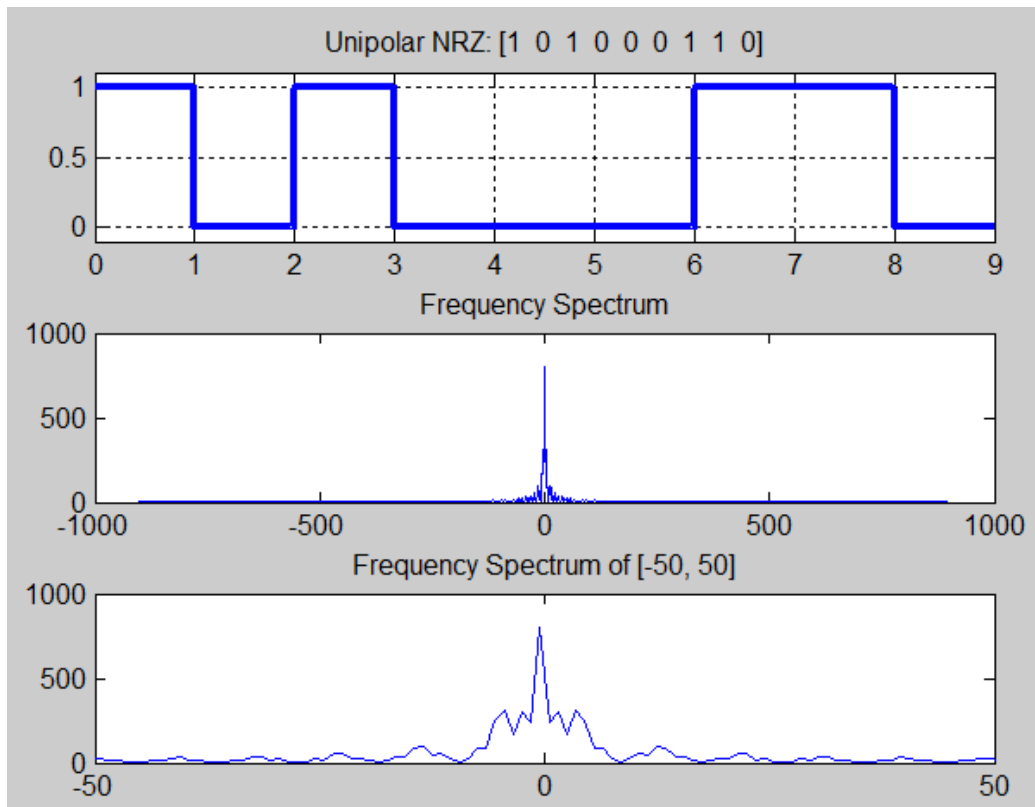


圖 5-3-1 單極性不歸零訊號圖形

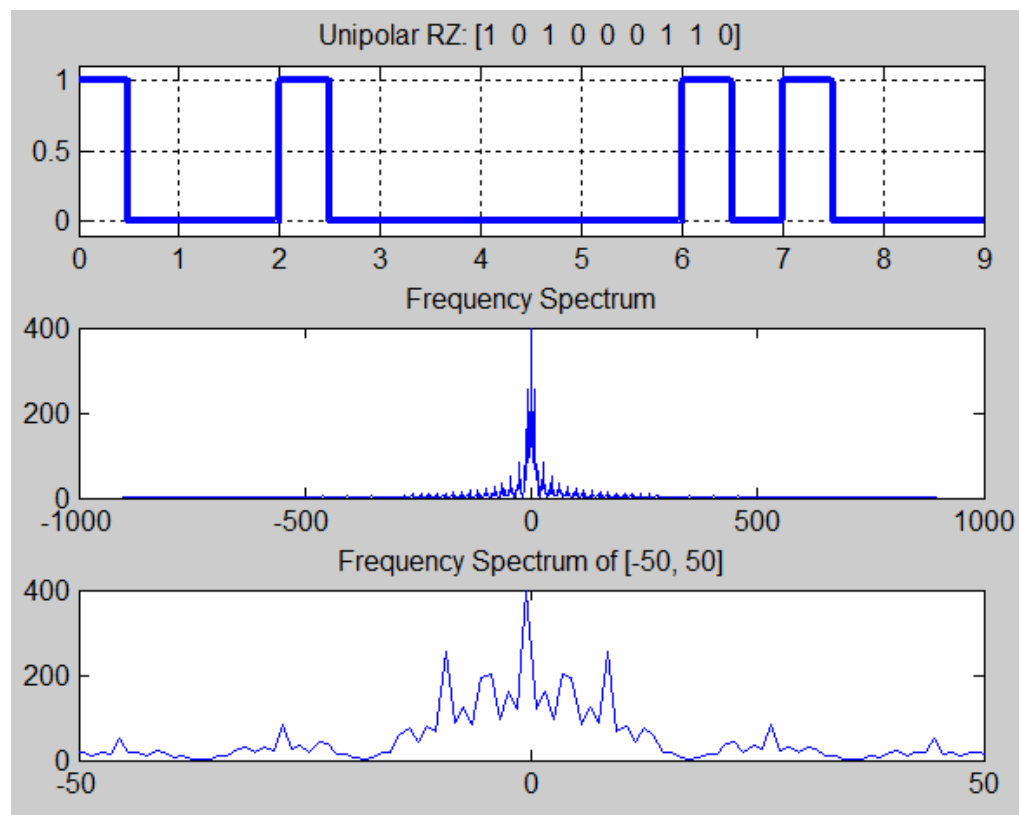


圖 5-3-2 單極性歸零訊號圖形

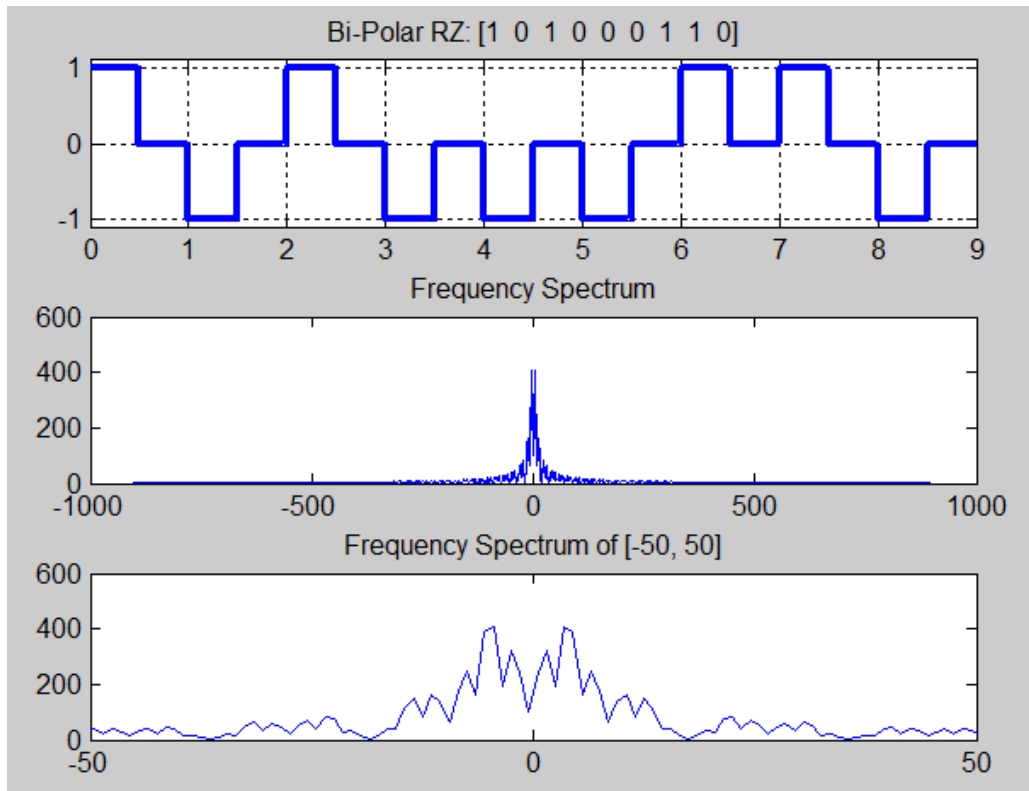


圖 5-3-3 雙極性歸零訊號圖形

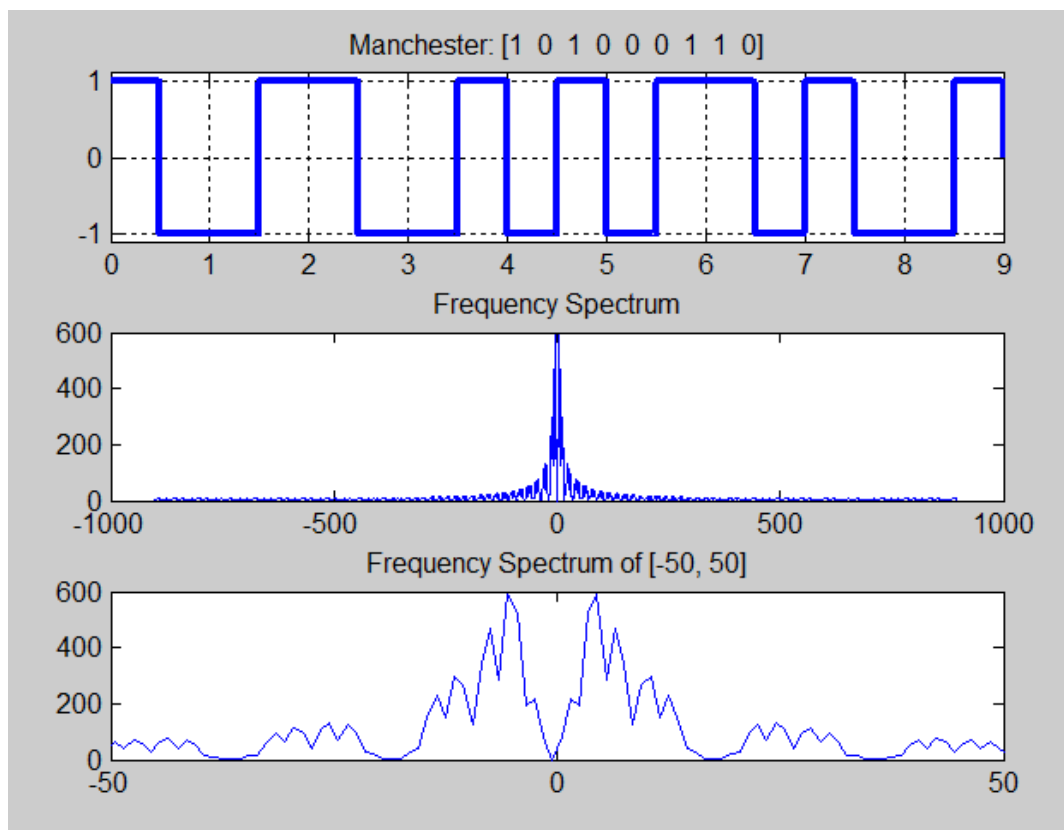


圖 5-3-4 Manchester 訊號圖形

指令學習

```
[t,s] = unrz(bits,bitrate); % Unipolar NRZ  
[t,s] = urz(bits,bitrate); %Unipolar RZ  
[t,s] = prz(bits,bitrate); % Bi-Polar RZ  
[t,s] = manchester(bits,bitrate); % Manchester (Bi-Polar NRZ)
```

以上4個程式(Yuriy Skalko編寫)分別執行各類線碼，其中輸入參數

bits：輸入訊息之位元向量

bitrate：位元率 (bits/second)

t：每個位元產生 200 個時間向量。

s：每個位元產生 200 個訊號向量，每個訊號向量內的數值皆相同。

Axis([Xmin, Xmax, Ymin, Ymax])：做圖時，設定 X 軸 Y 軸 之最低與最高值。

3. 作業

(1) 請修改信息向量(第 7 行)為[1,1,1,1,1,1,1,1]，重新執行該實驗，哪個 line coding 需要的能量最多(可能是單選或複選)，為何如此選擇請說明原因？。

(2) 反思題：請參閱圖 5-3-1 ~ 5-3-4 訊號圖形之第三小圖，圖 5-3-1 第三小圖在頻率 0 ($f = 0$)時，它的振幅(或數值)為最大，為何如此請說明原因？(可多找些不同之信息向量，執行該實驗以驗證本問題的正确性)

(3) 反思題：請參閱圖 5-3-4 Manchester 訊號圖形之第三小圖，為何頻率 0 ($f = 0$)時，它的振幅(或數值)為零，請說明原因？

(4) 挑戰題：請自行設計雙極性不歸零(Bi-Polar NRZ, 如圖 5-1 (b))之 matlab 程式，使其產生相關圖形。