

# 電子電路實驗四：相位測量

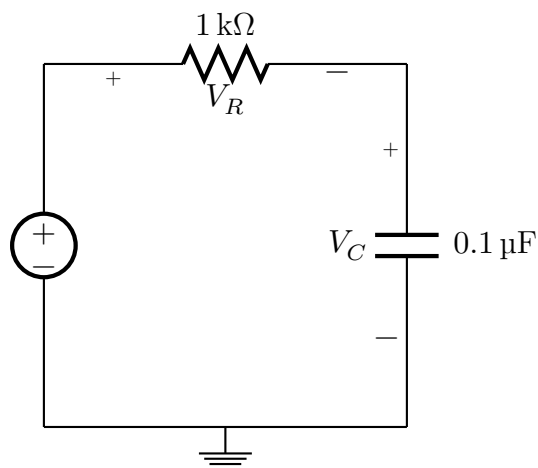
## 實驗結報

B02901178 江誠敏

2014/10/07

### 1 實驗結果

本實驗的電路圖如下：



#### 1.1 利薩如圖形法

頻率	$y$ 極值	$y$ 截距	量測相位差	理論值	相對誤差
100	3.6	0.1	$1.592^\circ$	$3.595^\circ$	125.87%
200	3.8	0.2	$3.017^\circ$	$7.162^\circ$	137.41%
500	3.6	1.0	$16.128^\circ$	$17.441^\circ$	8.14%
1k	3.2	1.5	$27.953^\circ$	$32.142^\circ$	14.98%
2k	2.4	1.8	$48.590^\circ$	$51.488^\circ$	5.96%
5k	1.6	1.4	$61.045^\circ$	$72.343^\circ$	18.51%
10k	0.7	0.7	$90.000^\circ$	$80.957^\circ$	-10.05%

## 1.2 雙軌跡直接測量法

頻率	時間差	量測相位差	理論值	相對誤差
100	100 ( $\mu\text{s}$ )	$3.600^\circ$	$3.595^\circ$	0.13%
200	140 ( $\mu\text{s}$ )	$10.080^\circ$	$7.162^\circ$	40.73%
500	110 ( $\mu\text{s}$ )	$19.800^\circ$	$17.441^\circ$	13.53%
1k	96 ( $\mu\text{s}$ )	$34.560^\circ$	$32.142^\circ$	7.52%
2k	68 ( $\mu\text{s}$ )	$48.960^\circ$	$51.488^\circ$	-4.91%
5k	38 ( $\mu\text{s}$ )	$68.400^\circ$	$72.343^\circ$	-5.45%
10k	21 ( $\mu\text{s}$ )	$75.600^\circ$	$80.957^\circ$	-6.62%

## 2 結報問題

### 1. 當 X-Y mode 時, Lissajous Figures Method 圖形:

#### (a) 試述軌跡方向與相位差之關係?

答: 令  $\Delta\phi = \phi_x - \phi_y$ , 也就是說如果  $\Delta\phi > 0$ ,  $x$  領先  $y$ , 則  $x$  會先達到最大值, 接著  $y$  才會, 因此軌跡方向會是逆時鐘方向, 反之如果  $y$  領先  $x$ , 則軌跡以順時針方向轉動。

#### (b) 什麼樣的情況會造成圖形不成封閉曲線?

答: 圖形封閉的話有一點會在兩個時間被經過。假設  $x(t) = \sin(\omega_x t + \phi_x)$ ,  $y(t) = \sin(\omega_y t + \phi_y)$ , 因此如果在時間  $t_1, t_2$  時在同一點, 則  $\Delta t = t_1 - t_2$  必需要是  $2\pi/\omega_x, 2\pi/\omega_y$  的整數倍, 因此  $\omega_x/\omega_y$  必需是有理數, 並且如果  $\omega_x/\omega_y = a/b$ , 取  $\Delta t = 2\pi a/\omega_x$  即可, 因此圖形不成封閉曲線若且唯若兩頻率比不為有理數。

#### (c) 什麼樣的情況會造成圖形出現有交叉點?

答: 如果頻率相等的時後顯然圖形是一個橢圓, 不會有交叉點。現在不失一般性假設  $\omega_x > \omega_y$ , 且  $x(t) = \cos(\omega_x t + \phi)$ ,  $y(t) = \cos(\omega_y t)$ , 取  $t_1 = \pi/\omega_x, t_2 = -\pi/\omega_x$ , 可以知道  $x(t_1) = x(t_2)$  因為這兩點的相位是  $2\pi\omega_x/\omega_x = 2\pi$ , 而  $y(t_1) = \cos(\omega t_1) = \cos(\omega - t_1) = \cos(\omega t_2) = y(t_2)$ , 但  $y'(t_1) \neq y'(t_2)$ , 因此這點是個交叉點而非下個周期同相位的點。總結以上只要頻率不相等, 就會有交叉點。

### 2. 如何由 Dual-Trace Method 看出螢幕上兩波形為超前或落後 (Lead/Lag)?

答: 取兩訊號相鄰的兩個波峰, 容易知道較左側的在比較早的時間就達到波峰, 因此左側的領先。

### 3. 試述當電容改成電感時有何差異? 答: 電容換成電感時, 阻抗從 $\frac{1}{i\omega C} \rightarrow i\omega L$ , 因此電感的電壓會領先, 並且隨著 $\omega$ 上升, 電感對電源電壓的相位差下降。

4. **根據結果，Phase Measurement 以何方法為佳？** 答：以誤差來看，顯然 Dual Trace Method 較好一些。而我認為跟實驗的儀器有關，因為本實驗的示波器在 XY Mode 下不能使用 Cursor 測量，只能用肉眼估計，造成不小的誤差。
5. **信號產生器的 DC Offset 之用法為何？又 Attenuator 呢？** 答：DC Offset 會給交流訊號一個直流的偏移，比如說本來交流訊號是從  $-5V \sim +5V$ ，如果 DC Offset 調至 2V 則輸出訊號會變成  $-3V \sim +7V$ 。而 Attenuator 則是衰減器，如果被打開後訊號將會被衰減成 10 倍。

### 3 心得

這次的實驗還算簡單，只要線路不要接錯應該都可以做蠻快的。只是一開始打開示波器的時後別人的 menu 都有 XY Mode，我的居然沒有，大概是前一個人有用其他選單（似乎會停在最後一個使用的 menu 上），好在把儀器上的按鈕全按一輪終於按到了。