

電子電路實驗 9：二次線路的頻率響應

實驗結報

B02901178 江誠敏

March 9, 2015

1 實驗結果

1.1 固定頻率，調整可變電阻

濾波後的頻率倍率	v_i	v_o	v_o/v_i
×1	1.02 V	0.898 V	0.880
×3	960 mV	220 mV	0.229
×5	960 mV	104 mV	0.108
×7	960 mV	58.0 mV	0.06

濾波後的頻率倍率	可變電阻值	理論電阻值	% 誤差
×1	9395 Ω	9739 Ω	−3.5%
×3	983.3 Ω	1082.1 Ω	−9.13%
×5	349 Ω	389.56 Ω	−10.41%
×7	162.5 Ω	198.76 Ω	−18.24%

1.2 固定可變電阻，調整頻率

頻率	v_i	v_o	v_o/v_i
333 Hz	976 mV	424 V	0.434
200 Hz	1010 mV	320 mV	0.317
142.9 Hz	1020 mV	284 mV	0.278

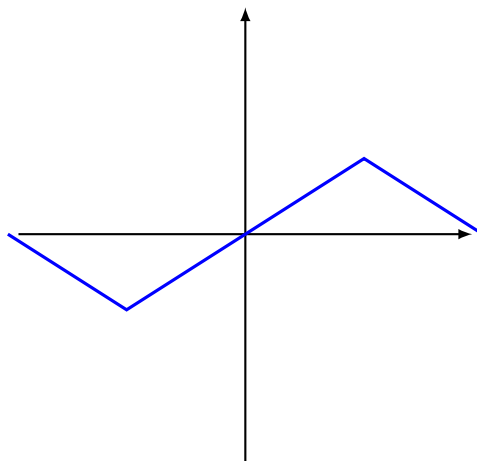
2 結報問題

1. 請討論三角波 (Triangular Waves) 的諧波分析。

答：

不妨假設三角波的波形為

$$f(t) = \begin{cases} \frac{2t}{\pi}, & \text{if } 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2} \\ 2 - \frac{2t}{\pi}, & \text{if } \frac{\pi}{2} < t \leq \pi \\ -f(t), & \text{if } -\pi < t < 0 \end{cases}$$



且 $f(t + 2\pi) = f(t)$, 令

$$f(t) = c_0 + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin(kt) + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \cos(kt)$$

注意到 f 是奇函數, $c_0 = 0, b_k = 0 \forall k$ 。

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(t) \sin(kt) dt = \sum_{k=1}^{\infty} \int_{-\pi}^{\pi} a_k \sin(kt) dt = \pi a_k$$

因此

$$\begin{aligned} a_k &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \sin(kt) dt \\ &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(t) \sin(kt) dt \\ &= \frac{2}{\pi} \left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2t}{\pi} \sin(kt) dt + \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \frac{2t}{\pi} \sin(kt) dt \right) \\ &= \frac{4}{\pi^2} \left(\left(\frac{-t}{k} \cos(kt) + \frac{1}{k^2} \sin(kt) \right) \Big|_0^{\pi/2} + \left(\frac{-\pi}{k} \cos(kt) + \frac{t}{k} \cos(kt) - \frac{1}{k^2} \sin(kt) \right) \Big|_{\pi/2}^{\pi} \right) \\ &= \frac{4}{\pi^2} \frac{2 \sin(k\pi/2)}{k^2} \\ &= \begin{cases} 0, & \text{if } k = 2n \\ \frac{8}{\pi^2 k^2}, & \text{if } k = 4n + 1 \\ \frac{-8}{\pi^2 k^2}, & \text{if } k = 4n + 3 \end{cases} \end{aligned}$$

得出

$$f(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \cdot 8}{\pi^2 (2n+1)^2}$$

3 心得

這次是這個學期的最後一個實驗了, 其實我是蠻喜歡做實驗的, 可以玩很多有趣的儀器。希望下學期可以使用更多沒有玩過的儀器或是元件!