

# 新型電壓與電流模式多相正交弦波

## 震盪器之研製

系所／電子工程學系

指導老師／簡鴻鈞、胡念祖

組員／繆宗翰、蔡伯謙、江清閔

近年來在類比電路設計方法的考量上，有了多項重大的突破與不同的思維。以電流做為電路主要設計變數的類比電流模式電路，相較於傳統的類比電壓模式電路技術具有較大的頻寬、較低的電路複雜度、較寬之動態範圍及較快的操作速度響應。此外，某些電流模式主動元件由於其本身可能同時具有電壓與電流輸出埠端點，所以在電路設計上將比完全由電壓變數做為設計考量的主動元件具備更大的設計彈性，因此在電路應用規劃上將能獲得有效的提昇。

類比電流模式電路技術可同時適用於電流模式或電壓模式的電路設計上，因此近年來廣受矚目，成為在類比電路設計方法中另一個可行的選擇，並迅速地成為廣泛討論的研究主題，目前在電流模式電路技術的研究層面大致可歸納為如圖 1 所示。



圖 1：電流模式技術的應用範圍

本研究提出基於  $Z$  端複製電壓差分轉導放大器 (ZC-VDTA) 的電流模式四相正交弦波震盪器與電壓模式雙正交弦波震盪器。兩個電路都使用一個 ZC-VDTA 元件和三個接地的無源元件，電流模式四相正交弦波震盪器在高阻抗輸出端上提供四個正交電流輸出；電壓模式雙正交弦波震盪器在高阻抗輸出端上提供兩個正交電壓輸出。提出的震盪器的震盪條件和頻率可以由不同的電路參數獨立控制，可以通過調整 ZC-VDTA 的偏壓電流來獨立調整震盪頻率，以實現電流控制的弦波震盪器設計。

圖 2 為基於 ZC-VDTA 元件所提出的電流模式四相正交弦波震盪器的電路圖，由 ZC-VDTA 及三個接地的無源元件組成，呈現簡潔且緊湊的電路結構。其中，所有電流輸出( $I_{O1}$ ,  $I_{O2}$ ,  $I_{O3}$ ,  $I_{O4}$ )都是高阻抗端，其不受輸出負載影響，並且基於電流鏡的特性即可簡單複製電流輸出。

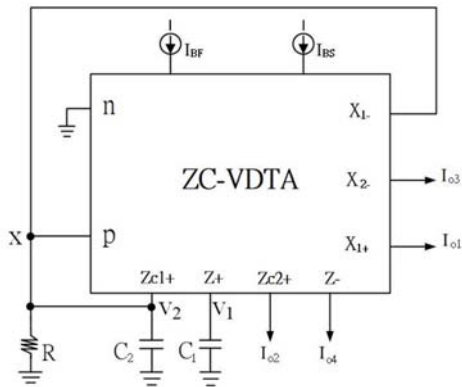


圖 2：本文所提的基於 ZC-VDTA 的電流模式四相正交弦波震盪器

震盪條件： $g_{mF} = G$

$$\text{震盪頻率： } \omega_0 = 2\pi f_0 = \sqrt{\frac{G_{mF}G_{mS}}{C_1C_2}}$$

本文將震盪頻率定至 100kHz，而模擬參數如下：設  $I_{BF} = I_{BS} = 79.21\mu\text{A}$ ，可得知  $g_{mF} = g_{mS} = 628.32\mu\text{m}$ ， $R = 1.6\text{k}\Omega$  和  $C_1 = C_2 = 1\text{nf}$ ，圖 3 顯示出四個電流輸出的波形 ( $I_{O1}$ ,  $I_{O2}$ ,  $I_{O3}$  和  $I_{O4}$ ) 的暫態分析，震盪頻率  $F_0$  為 99.509kHz。

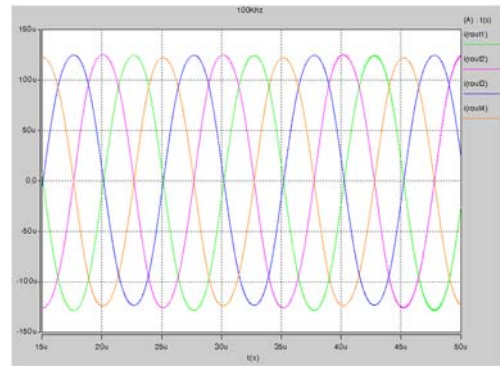


圖 3：本文所提電流模式四相正交弦波震盪器輸出信號波形圖

圖 4 為電流模式下四個輸出信號經傅立葉計算後的頻譜圖，其總諧波失真率(THD)： $I_{O1}$  為 3.39%， $I_{O2}$  為 3.06%， $I_{O3}$  為 3.48%， $I_{O4}$  為 3.15%。

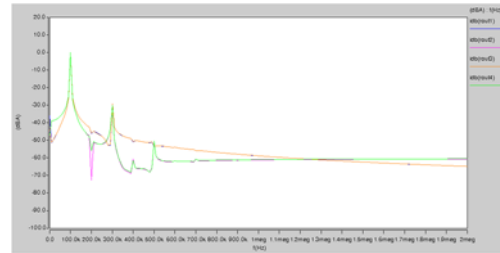


圖 4：本文所提電流模式四相正交弦波震盪器輸出信號的頻譜圖

目前的進度是從電流式元件介紹到震盪器，再進一步切入本論文的主題”新型電壓與電流模式多相正交弦波震盪器”，對其電路做理想和非理想狀態下的探討及靈敏度分析。在 HSPICE 電路模擬部分，本文對此電路模擬波形圖、利薩茹圖和頻譜圖，驗證此電路的可行性，也測量在個頻率下此電路的理論計算值與模擬值的誤差，試著招出最佳頻率範圍。再加上硬體電路實作及 ZC-VDTA 的頻率響應，進一步驗證本文所提電路的可行性，完善整個論文研究的完整性。