

驅動高壓鎖相迴路 頻率合成器電路的 VCO

■作者：Thomas Brand / ADI 現場應用工程師

鎖相迴路 (PLL) 電路由壓控振盪器 (VCO) 和鑒相器組成的回饋系統，振盪器訊號追蹤施加的頻率或相位調變訊號是否具有正確的頻率和相位。需要從固定低頻率訊號生成穩定的高輸出頻率時，或者需要頻率快速變化時，都可以使用 PLL。典型應用包括採用高頻率、電訊和測量技術實現濾波、調變和解調，以及實現頻率合成。

圖 1: 鎖相迴路框圖。

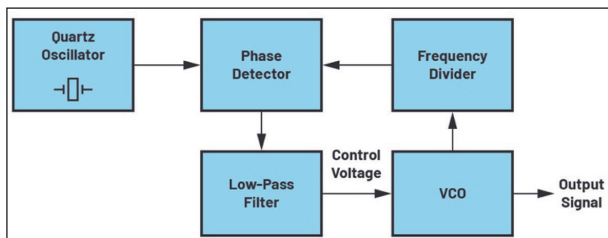


圖 1 所示為基於 PLL 的頻率合成器框圖。VCO 生成輸出訊號。透過 PLL 將其保持在設定頻率，並鎖定到基準頻率。基準頻率通常由非常精準的石英振盪器提供。在鎖相迴路電路的回饋路徑部分，在

鑒相器前透過分頻器提供可調的 VCO 分頻比。

VCO 包含可調的調諧元件，例如電容隨輸入電壓改變的變容二極體。因此，PLL 電路可以算是一種 VCO 回饋控制系統。VCO 所需的輸入或控制電壓通常高於提供給 PLL 電路的電源電壓。電源電壓一般為 3.3 V 或 5 V，而 VCO 根據頻率需求可能需要高於 20 V 的電壓。要產生範圍更廣泛的頻率，可以使用具備更廣泛調諧範圍的 VCO。圖 2 顯示了支援千兆赫範圍 VCO 的簡單電路示例。

VCO 可以使用 Synergy Microwave Corporation 的 DCYS100200-12。該產品在 28 V (VTUNE) 時產生 2 GHz 頻率，如圖 3 所示。

要產生高控制電壓可以有幾種可行方案。其一是使用主動迴路濾波器，該濾波器基本是由高速放大器和低通濾波器構成，可以將來自鑒相器 (CPOUT) 的輸出脈衝轉化為乾淨的直流電壓。或者，可以使用具備整合電荷泵的 PLL 頻率合成器，例如 ADI 的 ADF4150HV，該元件不需要額外的主

圖 2: 用於 ADF4150HV 的高壓電荷泵電源簡化電路。

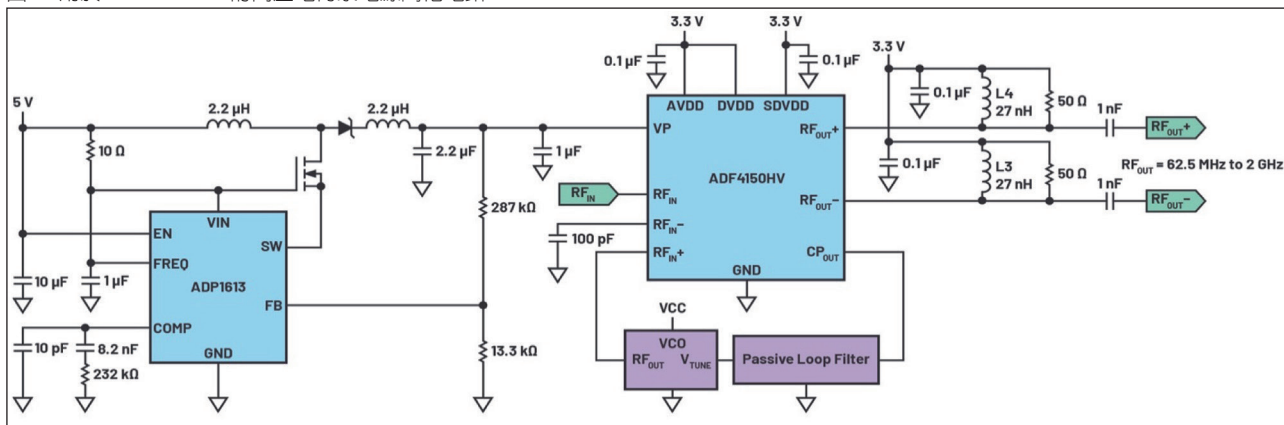
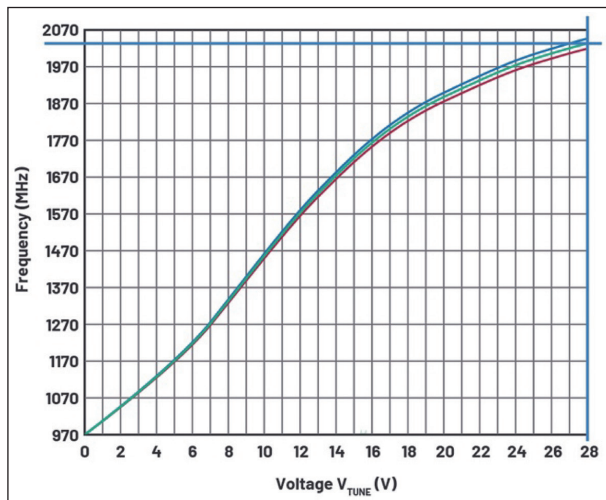


圖 3: DCYS100200-12 的控制電壓與頻率關係曲線。¹

動迴路濾波器。雖然這兩種解決方案都需要高壓電源，但是使用 ADF4150HV 可以減少所需的元件數量。也可以避免主動濾波放大器導致的失真和相位雜訊。此外，ADF4150HV 允許實現小數 N 或整數 N 鎖相迴路頻率合成器。最終 VCO 的頻率可以進行 1、2、4、8 或 16 分頻，使得輸出頻率最低可達到 31.25 MHz。

ADF4150HV 的整合電荷泵所需的高電壓可以使用直流-直流升壓轉換器 ADP1613 來產生，且不降低 PLL 性能。ADP1613 是一款整合功率電晶體的高效開關穩壓器，可以輕鬆實現最高 20 V 的輸出電壓。也可以使用額外的外部元件實現更高的輸出電壓，尤其是透過外部功率電晶體實現。ADP1613 的切換開關頻率可在 650 kHz 至 1.3 MHz 範圍內調節。如此可以實現更卓越的瞬態回應和簡單的雜訊過濾。一般而言，推薦選擇高於 1 MHz 的開關頻率，以便透過 PLL 迴路濾波器降低開關雜訊。

採用 ADF4150HV 的鎖相迴路頻率合成器電路透過使用整合的 RF 分頻器，提供超寬頻 PLL 功能。工作頻率範圍為 62.5 MHz 至 2 GHz。透過採用相同的 PLL 硬體設計，可以為系統中的多個不同的硬體平台產生不同的頻率。但是，如果要求一項設計適用於不同的 VCO 類型，則需要在設計中整合相應的迴路濾波器。如此才能確保鎖相迴路可靠運行。為了實現相對較寬的輸出頻率調節範圍，以及相關的更高輸出功率，ADF4150HV 的每個 RF 輸出也需要採用小型濾波器。將 27 nH 電感和 50 Ω 電阻並聯，可以有效調節高達 3 GHz 的頻率。該電阻提供定義上的輸出阻抗。較低的電感將導致頻段擴展到較低的範圍。

目前也可提供適用於更大頻率範圍（即適用於 PLL、濾波器和 VCO）的一體化整合式解決方案，但是，由於不同元件之間的距離過近，可能導致無用耦合。分立式設計和由此實現的物理分隔可以充分降低這種風險。

PLL 頻率合成器類比工具 ADIsimPLL 也可以為 HF 功能模組開發和 HF 訊號鏈元件建模提供有效的協助。透過該工具之運用，使設計人員能更容易類比所有會影響 PLL 性能的重要非線性效應；例如，頻率合成過程中出現的無用雜散（雜散頻率）。

參考文獻

¹ “壓控振盪器表面黏著型號：DCYS100200-12”。

Synergy Microwave Corporation，2014 年 10 月。

² “電路筆記 CN-0228：單電源為 28 V、高壓鎖相迴路 (PLL) 頻率合成器供電。”ADI 公司，2014 年 6 月。

COMPOTECHAsia 臉書

每週一、三、五與您分享精彩内容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>