

# Design Group

## D11-028



**作品名稱**

使用量化雜訊移動技術之3.6-GHz頻帶小數頻率合成器  
A 3.6-GHz Fractional-N Frequency Synthesizer Using Quantization-Noise Shifting Technique

**隊伍名稱**

部落再起 The Return of BL

**隊長**

邱威豪 臺灣大學電子工程研究所

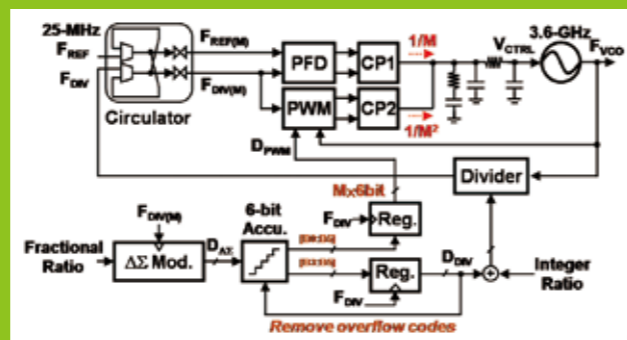
**隊員**

蔡松林 臺灣大學電子工程研究所

**作品摘要**

以三角積分調變為基礎之小數型頻率合成器通常有量化雜訊過大與小數突波產生之問題，常見之解決方案為使用較窄頻寬之迴路濾波器進行雜訊濾除之工作，然而這將犧牲資料傳輸率，一些文獻提出補償量化誤差以移除量化雜訊與小數突波之方案，使得頻率合成器得以使用寬頻寬之濾波器，但這些方案通常受限於補償量與補償時序之精準度，其它解決方案為使用較高的調變頻率與多相位迴授，但這類方案通常需要額外電路產生精準之相位資訊。

在本作品中，提出一個具量化雜訊移動技術之3.6-GHz頻帶小數頻率合成器來改善量化雜訊的議題，如圖一所示。在這次提出的設計當中，不僅能夠降低量化雜訊的步階，同時也等效增加調變器的調變頻率，因此將量化雜訊變小同時移動到較遠的頻率。本設計以180奈米製程製作，迴路頻寬設計為1MHz。量測到的相位雜訊在3MHz頻率偏移下為-120dBc/Hz。在量化雜訊移動機制啟動下，量測結果觀察到將近30dB的量化雜訊的改善，以及17dB的小數指狀突波的改善，分別如圖二、圖三所示。



圖一 系統架構圖

**指導教授**

林宗賢 臺灣大學電子工程研究所

- 林教授於1991、1997年與2001年分別取得交通大學電機工程學士以及加州大學洛杉磯分校電機工程碩士和博士學位。
- 2000年3月曾擔任博通資深工程師，參與類比/射頻/混合信號積體電路設計，並同時進行IEEE 802.11 a/b/g, Bluetooth, 相關之無線通訊傳收機研發之應用；2004年起，任職於臺灣大學電機暨電子工程研究所副教授迄今。
- 研究領域：包含通訊積體電路設計、生醫感測介面電路設計。



**ABSTRACT**

A DS FNPLL is known to suffer from quantization noise and fractional spurs, which often demand narrowing the loop bandwidth for filtering. Since the quantization noise from a DS modulator is predictable, one can in principle cancel the noise, and the loop bandwidth can be extended. However, in practice, finite circuit precision and path delay mismatch limit the cancellation accuracy. However, Alternatively, increasing the modulating frequency with frequency multiplier or using multi-phase feedback for reducing quantization step is also effective in reducing quantization noise. However, both techniques require precise phase characteristic.

In this work, a 3.6GHz DS fractional-N phase-locked loop (FNPLL) with a quantization-noise shifting (QNS) architecture is proposed to address this issue, as shown in Fig.1. The proposed design decreases the amount of the quantization error while effectively increases the modulating frequency; hence, shifting the quantization noise to higher frequency and lower level. Fabricated in a 0.18mm CMOS, the FNPLL achieves -120dBc/Hz at 3MHz offset, with a bandwidth of 1MHz. Measurement results show up to 30dB improvement on quantization noise and 17dB improvement on fractional spurs when QNS mode is activated, as shown in Fig.2 and Fig.3 respectively.

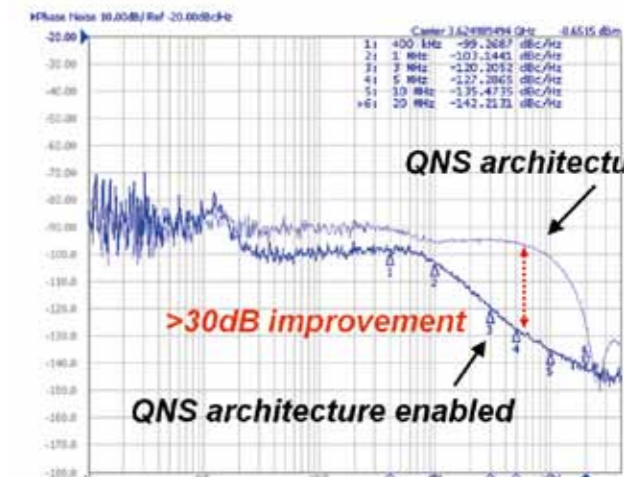


Fig.2 Phase noise measurement result

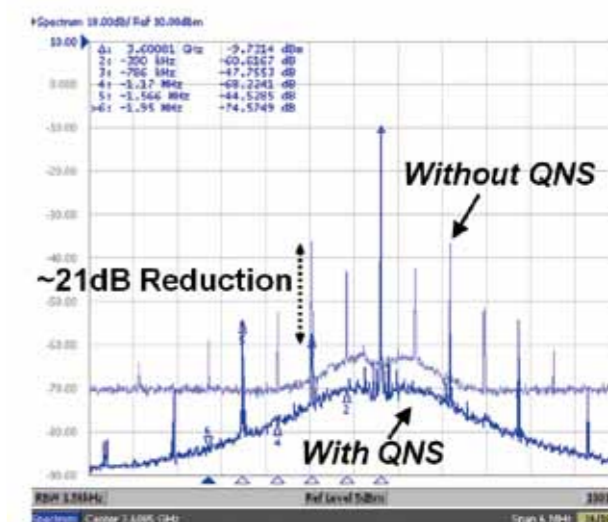


Fig.3 Spectrum measurement result