

Систем за директну дигиталну синтезу учестаности

Александар Арсовић
Електротехнички факултет
Универзитет у Београду

Сажетак—The abstract goes here.

I. Увод

II. Ширина контролне речи f_0 фазног акумулатора

Ширина контролне речи W како би резолуција била $\Delta f = 100 \mu\text{Hz}$ за сигнал такта $f_{clk} = 100 \text{ MHz}$ износи.

$$f_0 = \frac{M * f_{clk}}{2^W} \quad (1)$$

$$W = \log_2 \left(\frac{M * f_{clk}}{f_0} \right) \quad (2)$$

$$W = \log_2 \left(\frac{1 * 100 \text{ MHz}}{100 \mu\text{Hz}} \right) = 39.863 \quad (3)$$

$$W \approx 40 \quad (4)$$

од тога су два бита за квадрант, а остали за нпр. LUT (енг. Look Up Table).

до грешке квантизације због тога што број потребних битова контролне речи већи од броја битова ДА конвертора.

несупстрактивни дитеринг

III. Архитектура генератора одбирака

За генерисање одбирака $\cos(x)$ коришћен је CORDIC алгоритам.

A. Могуће оптимизације

B. Сложеност имплементације

IV. FIR филтар

FIR филтар се користи за компензацију кола задршке нултог реда чија је фреквенцијска карактеристика

За одређивање коефицијената филтра коришћена је `scipy.signal.firls()` која за задати ред филтра, фреквенцијски опсег и фреквенцијску карактеристику израчунава потребне коефицијенте. Филтар 6. реда задовољава услов из пројекта да варијација амплитуде излазног сигнала буде $\pm 0.05 \text{ dB}$.

Највеће одступање амплитуде је на 40 MHz и износи

На слици је приказана варијација амплитуде. На слици је приказана карактеристика FIR филтра преклопљена са $x/\sin(x)$.

V. Аналогни филтар

За потискивање спектралних копија у вишим Никвистовим зонама користи се нископропусни филтар. Користи се Чебишевљев филтар друге врсте, због његове равне карактеристике у пропусном опсегу. Захтев је био да спектралне реплике буду потиснуте бар 60 dB , што је постигнуто филтром 11. реда. Гранична учестаност пропусног опсега је 40 MHz , док је гранична учестаност непропусног опсега 60 MHz , због тога што знамо да ту неће постојати спектралне компоненте сигнала.

Слика фрекв карактеристике аналогног лоупаса

VI. Потискивање спурова услед квантизације фазе и амплитуде

Због детерминистичке природе квантизационог шума пре ДА конвертора на сигнал се додаје несупстрактивни дитер стохастичке природе и ствара апериодичне сигнале слабењем (разбијањем) периодичних компоненти квантизационог шума.

Модификација система је додатни сабирач и генератор псеудо случајних бројева.

слика спектра са потискивањем

слика спектра без потискивањем

VII. Максимални цитер такта

Када се узме у обзир само шум који потиче од цитера такта тада је однос сигнал-шум:

$$SNR = 20 \log 10 \frac{1}{2\pi f t_j} \quad (5)$$

Ако се посматра само допринос шума услед квантизације тада је $SNR = 6.02N + 1.76$, онда је максимални цитер такта који однос сигнал-шум не деградира више од квантизационог шума:

$$t_j = \frac{1}{2\pi f_{max}} 10^{-\frac{6.02N + 1.76}{20}} \quad (6)$$

$$t_j \approx 0.2 \text{ ps} \quad (7)$$

где је N број бита конвертора, f_{max} максимална улазна учестаност у конвертор.

VIII. Одабирање у трећој Никвистовој зони

Одабирањем сигнала у трећој Никвистовој зони можемо да остваримо веће излазне учестаности у односу на учестаност одабирања. У спектру излазног сигнала после ДА конвертора јављају се спектралне реплике сигнала и филтрирањем сигнала у опсегу од f_s до $\frac{3}{2}f_s$ генеришемо сигнал изнад учестаности одабирања.

Коло задршке нултог реда има лошу карактеристику у трећој Никвистовој зони па га је потребно променити. Изабрано је биполарно коло задршке нултог реда са повратком на нулу, које у трећој Никвистовој зони има равну фреквенцијску карактеристику.

Нископропусни филтар треба да се замени филтром пропусника опсега учестаности. Прелазне зоне за тај филтар су од 90 MHz до 100 MHz и од 140 MHz до 160 MHz, јер у тим опсезима сигурно нема корисног сигнала. Прва прелазна зона је ужа да би сигнал из друге Никвистове зоне што мање утицао на користан сигнал.

генерисање нижих учестаности проблем?

Израчунати цитер за систем са одабирањем у трећој Никвистовој зони:

$$t_j = 56 \text{ fs} \quad (8)$$

IX. Закључак

The conclusion goes here.

Acknowledgment

The authors would like to thank...

Литература