УДК 621.391

Воргуль О.В.[1], Ганзин В.Є.[2]

МОДЕЛЮВАННЯ НАПІВСМУГОВОГО ФІЛЬТРУ

При вирішенні завдань синтезу та аналізу систем різного призначення все більшу роль відіграє імітаційне моделювання. Сучасний рівень розвитку апаратного і програмного забезпечення дозволяє виконувати моделювання роботи на різних рівнях роботи апаратури - від ідеї роботи системи, вираженою в математичній формі до її реалізації. Само по собі моделювання в даному випадку не є остаточною метою даної роботи, а є інструментом в ході проектування і дозволяє зручно, з різних точок зору, оцінити якість роботи системи [1].

Об'єктом дослідження є напівсмуговий фільтр, що розробляється в цифровому вигляді. Такий фільтр корисний для розробника, оскільки є базовим елементом для виконання великої кількості операцій над сигналом - перенесення сигналів за частотою, модуляції, демодуляції. Зручно використовувати модель фільтру також тим, що це дозволяє виконувати перевірку якості роботи як за частотними так і за часовими характеристиками, а також за ключовими параметрами, істотними для поточного завдання дослідника, наприклад, чисельність вентилів, значення затримки тощо.

Оскільки фільтр є цифровим, то за допомогою програмного комплексу Matlab і Simulink можна виконати моделювання, починаючи від завдання параметрів фільтра і закінчуючи його реалізацією, що дуже зручно , дешево і потребує дійсно мінімум часу.

Matlab дозволяє отримати структуру фільтра заданого виду, його коефіцієнти з урахуванням або без урахування округлення, а також в зручній формі представити повний набір характеристик фільтра у найкоротший термін та якісно [2]. На жаль, для аналогового фільтра завдання вирішується складніше.

Але для реалізації фільтра в ПЛІС необхідний зручний перехід в обране середовище опису цифрової апаратури - VHDL, Verilog, System Verilog. Таким чином, проектування триває вже в спеціалізованій програмі (Quartus II або ISE) і цілком наближене до апаратурного синтезу [3, 4]. Такий перехід дозволяє виконувати Matlab в напівавтоматичному режимі. Це додає гнучкості процесу проектування і дозволяє знизити витрати на проектування.

[1] к.т.н., доц. ХНУРЕ, Харків
[2] Магістрант ХНУРЕ, Харків

При моделюванні використовувалася розрядність – не менш ніж 16 біт на кристалах Spartan 6 і Artix 7.

1. Spartan 6. Обмеження на розрядність досить розпливчасті. На кристалі реалізовані швидкісні апаратні помножувачі 18x18 біт і акумулятор 48 біт, що істотно, але не повністю обмежує розрядність. В принципі, збільшувати розрядність можна. Навантаження на кристал, звичайно ж, зростає, але можна використовувати в навчальних цілях.

2. Artix 7. У порівнянні з ним, Spartan виглядає простим. Крім того, що може запропонувати Xilinx на прикладі Spartan 6 для початкового рівня знайомства з можливостями сучасних ПЛІС з обробки сигналів, є можливість освоїти інтерфейси, які широко використовуються в даний час. Власне, для роботи з інтерфейсами і оптимізований Artix 7. Це такі інтерфейси як PCI Express Base Spec 2.1 Gen1 (2.5 Gb / s) і Gen2 (5 Gb / s). Максимальна швидкість роботи до 6.25 Gb / s. Є можливість перетворення послідовного коду в паралельний словами довжиною 16, 20, 32, або 40 біт в приймачеві та виконання зворотної операції передавачем.

Розроблено в Matlab проект напівсмугового фільтру 32-го і 128-го порядку. Досліджено характеристики фільтра. При переході до програмного середовища ISE маємо можливість оперативно отримати структуру фільтра і досліджувати характеристики цифрової системи.

Розглядаючи такий простий приклад, продемонстровано можливості роботи різних програмних засобів у взаємозв'язку. Потужності найпростіших кристалів Spartan 6 і Artix 7, що мають щонайменше 3840 елементів (Logic Cells), вистачає для реалізації навіть не оптимізованого алгоритму: приблизно 1100 елементів (instances) та 320 вузлів (DFlops).

Перелік посилань

1. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа: [Учеб. пособие для вузов по спец. «Прикл. математика»] / Н. Н. Моисеев. – М.: Наука, 1981. – 487 с

2. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учеб. пособие / А. И. Солонина, Д.М. Клионский, Т. В. Меркучева, С. Н. Перов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.: ил. – (Учебная литература для вузов).

3. Семенец В. В. Проектирование цифровых систем с использованием языка VHDL : учеб. пособие / В. В. Семенец, И. В. Хаханова, В. И. Хаханов ; МОН Украины, ХНУРЭ. – Харьков : ХНУРЭ, 2003. – 492 с.

4. Семенец В. В. Технология межсоединений электронной аппаратуры: учеб. для вузов / В. В. Семенец, Джон Кратц, И. Ш. Невлюдов, В. А. Палагин. – Х. : изд. «СМИТ», 2005. – 432 с. [Semenets V. V., Kratts Dzh., Nevlyudov I. Sh., Palagin V. A].