

## **ВИКОРИСТАННЯ КРИСТАЛІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОПТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Пугач К. О., асистент Чумак В.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки,  
кафедра МТС, м. Харків, Україна  
e-mail: katelyna.puhach@nure.ua

**Abstract.** This article looks at issues and concerns engineers face when interfacing microcontrollers and fiber optics. This includes the rudimentary tasks of setting up and controlling laser emitter power levels and sensitivity thresholds for receivers, as well as tracking performance in real time.

З'єднання на основі міді служить вже протягом тривалого часу і продовжуватиме використовуватися в галузях, де воно ефективне з точки зору продуктивності та вартості. Однак для більш високої швидкості та/або передачі сигналів на великі відстані більш ефективним є використання інших транспортних механізмів.

Ми можемо розділити зв'язок кристала з волоконною оптикою на дві основні категорії. З одного боку розташовані високоякісні мережеві процесори. Вони реалізують і декодують протоколи з кількох потоків даних на дуже високих швидкостях. З іншого боку розташовані менш спеціалізовані процесори, які керують, або розташовані в безпосередній близькості від модульних або дискретних передавачів, або приймачів. Дискретні детектори, випромінювачі, лазери, волоконні роз'єми та кабельні зборки дозволяють розмістити всі волоконно-оптичні елементи на платах.

Основні вбудовані процесори, безумовно, можуть зберігати та отримувати дані калібрування для рівнів потужності передачі, зміщення прийому та теплової компенсації. Їх можна налаштувати послідовно під час увімкнення живлення та скинути як частину процесу ініціалізації. Однак, відстеження продуктивності та динамічне налаштування параметрів зв'язку для багатьох каналів відбувається в режимі реального часу може негативно позначитися на центральному хост-процесорі, якщо потрібно багато оптоволоконних каналів.

Основним підходом в цьому випадку є розробка власного модуля або модульного схемного блоку, який можна реалізувати, як і будь-яку іншу частину, і відтворити як функцію копіювання та вставки в нових проектах. У цьому випадку невеликі процесори в кожному модулі можуть відстежувати та контролювати продуктивність зв'язків у режимі реального часу. Обробка даних у таких системах, як правило, вимагає інтенсивного вирішення завдань ЦОС та великої кількості каналів [1, 2]. Тому, пропонується використовувати FPGA Xilinx, які мають високошвидкісну смугу пропускання, велику кількість логічних елементів, низьке енергоспоживання і високу продуктивність за низькою ціною [1-5].

Використовувати десяток невеликих процесорів чи лише один буде залежати від того, скільки посилань знадобиться. Одне посилення може не займати занадто багато часу на обробку хоста та ресурсів від вбудованого контролера, але 1000 посилань може забирати достатньо ресурсів. Маленькі, дешеві й у великій кількості попередньо запрограмовані виділені процесори в упакованій або навіть кристалізованій формі будуть дешевшими, ніж більшість інших компонентів у модульній оптоволоконній конструкції.

Ще однією перевагою цього підходу є можливість жити модульні трансивери зовнішніми високоточними годинниками. Це дозволяє контролювати перекося і синхронізувати передачу даних через кілька каналів.

Такі модулі зможуть зберігати параметри, а також виконувати діагностику. Ці спеціалізовані процесори також зможуть діяти як перетворювачі послідовних сигналів у паралельні та паралельні у послідовні, коли для оптоволоконних з'єднань не потрібна висока швидкість.

#### **Список використаних джерел.**

1. Чумак, В. С., & Свид, І. В. (2019). Перспектива використання продукту FPGA в медичних системах. Х. У Міжнародна науково-практична конференція магістрантів та аспірантів «Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців» (с. 288–289).

2. Чумак В.С. Особливості реалізації вузла швидкого перетворення фур'є на пліс архітектури FPGA / В. С. Чумак, І. В. Свид // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке: материалы 25-го Международ. молодеж. форума, 20–22 апр. 2021 г. – Харьков: ХНУРЭ, 2021. – Т. 3. – С. 187–188.

3. Чумак В. С. Поточне обчислення двійкового логарифму для ПЛІС Artix-7 та синтезатора Vivado / В. С. Чумак, І. В. Свид, Н. В. Бойко // III форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021. – Харків, ХНУРЕ, 2021. – С. 54-55.

4. O. Zubkov, I. Svyd, O. Maltsev, L. Saikivska. In-circuit Signal Analysis in the Development of Digital Devices in Vivado 2018. // First International Scientific and Practical Conference «Theoretical and Applied Aspects of Device Development on Microcontrollers and FPGAs» MC&FPGA-2019, Kharkiv, Ukraine, July 26-27, 2019. – Kharkiv: 2019. – P. 12-13. doi: 10.35598/mcfpga.2019.003.

5. Чумак В. С. Реалізація структури нейронних мереж на FPGA / Чумак В.С., Свид І.В. // Наука, технології, інновації: тенденції розвитку в Україні та світі: матеріали міжнародної студентської наукової конференції, 17 квітня, 2020 рік. – Харків, Україна: Молодіжна наукова ліга. –Т.2– С. 30-32.