

## THIẾT KẾ PHẦN CỨNG BỘ ĐIỀU CHẾ SỐ TÍCH HỢP CỦA CHUẨN 802.11AH SỬ DỤNG CHO IoT

Hoàng Đại Long\*, Nguyễn Đức Nhật Quang, Vương Quang Phước

Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ Vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

\*Email: longhoang@husc.edu.vn

*Ngày nhận bài: 22/6/2022; ngày hoàn thành phản biện: 28/6/2022; ngày duyệt đăng: 4/8/2022*

### TÓM TẮT

Công nghệ Internet vạn vật - Internet of Things (IoT) đang trở nên rất phổ biến và trở thành xu hướng công nghệ của tương lai, cho phép kết nối tất cả các thiết bị với nhau. Trong hệ sinh thái IoT, các thiết bị được kết nối và trao đổi thông tin với nhau chủ yếu dựa trên nền tảng truyền thông vô tuyến. Hiện nay, có nhiều chuẩn vô tuyến đã và đang được phát triển nhằm phục vụ cho quá trình này. Một trong các chuẩn không dây thu hút được nhiều sự quan tâm nghiên cứu là chuẩn 802.11ah, đây là chuẩn không dây mới với nhiều ưu điểm như: có vùng phủ rộng, công suất tiêu thụ thấp và chi phí thấp. Trong bài báo này, chúng tôi thực hiện nghiên cứu về chuẩn 802.11ah, cụ thể là lớp vật lý, từ đó đề xuất thiết kế phần cứng của bộ điều chế số tích hợp, cho phép thực hiện nhiều định dạng điều chế từ đơn giản đến phức tạp (BPSK, QPSK, 16-256 QAM) theo chuẩn 802.11ah. Phần cứng được chúng tôi thiết kế bằng ngôn ngữ mô tả phần cứng Verilog và kiểm thử bằng phần mềm mô phỏng ModelSim.

**Từ khóa:** 802.11ah, thiết kế phần cứng, bộ điều chế tích hợp.

## **HARDWARE DESIGN OF THE DIGITAL INTEGRATED MODULATION BLOCK OF 802.11AH FOR IoT**

**Hoang Dai Long\***, Nguyen Duc Nhat Quang, Vuong Quang Phuoc

Faculty of Electronics, Electrical Engineering and Material Technology,  
University of Sciences, Hue University

\*Email: longhoang@husc.edu.vn

### **ABSTRACT**

Internet of Things (IoT) technology that becomes popular nowadays allows many devices to connect together. In many IoT applications, the devices are connected via wireless communication. There are a number of wireless standards in the process of development for the connection purpose. Among them, 802.11ah that is a wide-area, low-power and low-cost technology is being developed for IoT applications. Therefore, in this article, we study about the 802.11ah standard and the detail of the physical layer. Then, we design the hardware of the digital intergrated modulation with variety modes BPSK, QPSK, 16-256 QAM of the 802.11ah standard. The hardware is designed by using Verilog Hardware Description Language and tested by ModelSim.

**Keywords:** hardware implementation, digital modulation, IoT



**Hoàng Đại Long** sinh năm 1981 tại Thừa Thiên Huế. Ông tốt nghiệp cử nhân và thạc sĩ ngành thiết bị và hệ thống điện tử tại Đại học Bách Khoa Kiev, Ucraina vào năm 2005 và 2007. Ông nhận bằng tiến sĩ ngành Khoa học thông tin vào năm 2020 tại Viện Khoa học và công nghệ Nara, Nhật Bản. Hiện ông đang công tác tại Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ Vật liệu, Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Bảo mật cho IoT, hệ thống vô tuyến cho IoT, thiết kế tối ưu phần cứng



**Nguyễn Đức Nhật Quang** sinh ngày 08/10/1992 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2015, ông tốt nghiệp kỹ sư chuyên ngành Điện tử viễn thông tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2020, ông nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Khoa học máy tính và Kỹ thuật thông tin (CSIE) tại Trường Đại học Quốc gia Thành Công (NCKU), Đà Loan. Hiện nay, ông đang công tác tại Khoa Điện, Điện tử và Công nghệ vật liệu, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Thiết kế vi mạch số, Trí thông minh nhân tạo (AI), Internet vạn vật kết nối (IoT), Hệ thống nhúng.



**Vương Quang Phước** sinh ngày 14/08/1990 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2013, ông tốt nghiệp kỹ sư chuyên ngành Điện tử viễn thông, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2018, ông nhận bằng thạc sĩ chuyên ngành Kỹ thuật Điện tử tại Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng. Hiện nay, ông đang công tác tại Khoa Điện tử Viễn Thông, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Hệ thống thông tin quang, mạng Neuron nhân tạo