

Ứng dụng thiết bị Rtl-Sdr trong giảng dạy thực hành các học phần ngành Kỹ thuật điện tử viễn thông

Vũ Văn Rực*

*ThS. Khoa Điện - Điện tử, Trường ĐH Hàng hải Việt Nam

Received: 11/7/2024; Accepted: 16/7/2024; Published: 24/7/2024

Abstract: RealTek's Software Defined Radio device (SDR), referred to as RTL-SDR, is cheap, compact and easy to use, can be connected to PC (Personal Computer) to receive and display and analyze radio signals propagating in different frequency bands. Therefore, the RTL-SDR device is very useful in supporting practical teaching of radio communication subjects for students to get acquainted and have practical experience with real radio signals such as FM radios, televisions or mobile communication systems. This paper presents a new teaching method for practical exercises on radio communication through the use of RTL-SDR equipment. Students will be able to acquire and consolidate theoretical knowledge through experimentation with this equipment, improving students' professional practice capacity. Furthermore, this device also reduces investment costs in facilities for universities and colleges, avoiding the need to buy expensive equipment that is difficult to expand features.

Keywords: Teaching, application, practice, engineering, telecommunications

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, việc sử dụng các phương pháp (PP) giảng dạy gắn liền với ứng dụng thực tiễn và thực hành nghề nghiệp đang được các trường đại học quan tâm và áp dụng rộng rãi. Đối với các khoa thuộc khối ngành kỹ thuật, việc tìm kiếm các công cụ cần thiết để nâng cao kiến thức cho sinh viên (SV) bằng cách gắn các kiến thức của môn học với các trải nghiệm thực tiễn. Công nghệ vô tuyến điều khiển bằng phần mềm (SDR) là một trong những công nghệ được quan tâm và phát triển rộng rãi trong các ngành thuộc lĩnh vực kỹ thuật điện tử viễn thông, CNTT và truyền thông. Khái niệm SDR hướng đến các khối xử lý trong hệ thống thông tin sẽ được thực hiện bằng phần mềm thay vì triển khai trên nền tảng phần cứng. Việc triển khai bằng phần mềm giúp cho các thiết bị có thể được điều chỉnh các tham số kỹ thuật một cách dễ dàng thông qua lập trình. Ban đầu, công nghệ SDR được sử dụng chủ yếu trong quân sự để truyền thông giữa các thiết bị đòi hỏi tính bảo mật. Sau đó, các ứng dụng trong thông tin liên lạc dân dụng như thông tin di động, mạng không dây wifi, truyền hình số... cũng sử dụng công nghệ SDR. Hiện nay, trên thị trường có nhiều thiết bị SDR thương mại như Ettur Research USRP và dễ dàng giao tiếp với các phần mềm phổ biến như Labview đã và đang được sử dụng trong các phòng thí nghiệm của các trường đại học. Tuy nhiên, các thiết bị như vậy có giá thành đắt đỏ và phức tạp trong thực hiện. Tuy nhiên, thiết bị SDR của hãng

Realtek với nền tảng là chip thu thập dữ liệu Realtek RTL2832U nên gọi tắt là RTL-SDR. Thiết bị RTL-SDR có lợi thế rất lớn khi giá thành rất rẻ (cỡ 20\$ tương ứng khoảng 500.000 VNĐ). Đặc biệt, thiết bị RTL-SDR có phạm vi phổ tần làm việc rất rộng (từ 25MHz đến 1,75GHz) nên phù hợp với nhiều ứng dụng mang tính học thuật trong lĩnh vực điện tử viễn thông như tín hiệu của các hệ thống: đài phát thanh AM, đài phát thanh FM, tín hiệu liên lạc dải tần rất cao VHF, tín hiệu truyền hình UHF, tín hiệu thông tin di động 2G và tín hiệu định vị dẫn đường GPS,... Vì vậy, đây sẽ là một thiết bị hữu ích cho các SV và cả kỹ sư ruyền thông [2-4].



Hình 1.1. Kết nối RTL-SDR với Anten và laptop

Thiết bị SDR có thể nhận, hiển thị và phân tích việc truyền sóng vô tuyến ở các dải tần số khác nhau và bản chất khác nhau với tất cả các thông số liên quan của nó. Bằng cách sử dụng SDR trong lớp học, các hệ thống truyền thông được minh họa, chứng minh SV, sử dụng các tín hiệu vô tuyến thực và rất

quen thuộc trên thực tế như đài FM, TV hoặc thông tin di động.

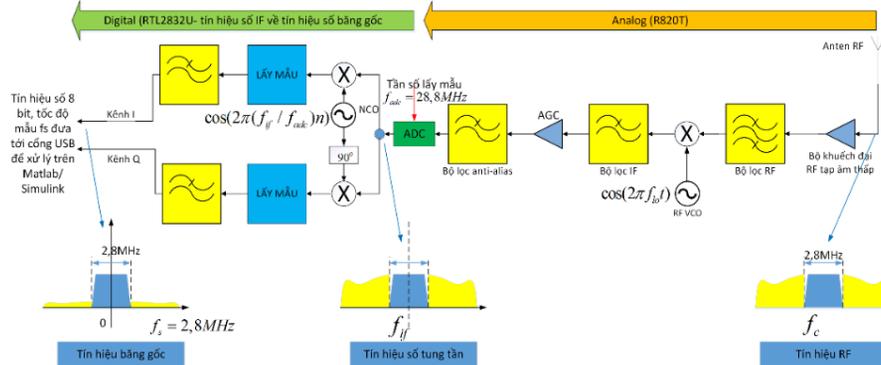
SV có thể học cách sử dụng và khai thác các thiết bị này thông qua một số hoạt động thực hành đã được thiết lập, áp dụng vào thực tế những gì đã học lý thuyết về tín hiệu tương tự và điều chế kỹ thuật số. Đồng thời SV cũng hiểu biết thêm các khái niệm nhất định về các khối trong máy thu vô tuyến.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1 Cấu trúc thiết bị RTL-SDR

Thiết bị RTL-SDR có hình dạng như USB nhỏ, gọn và dễ sử dụng, ban đầu được thiết kế để thu sóng truyền hình kỹ thuật số (DVB-T). Thiết bị này sử dụng trên bộ giải mã Realtek RTL2832U, có khả năng truyền các mẫu 8 bit qua giao diện USB với tốc độ tối đa 3,2MS/s. Dải tần làm việc của RTL-SDR từ 25MHz đến 1,75GHz. Hình 2 minh họa sơ đồ luồng dữ liệu tín hiệu số được triển khai trong RTL-SDR. Các tín hiệu RF vào bộ tuner được hạ tần xuống IF-thấp sử dụng bộ VCO. Bộ VCO khả trình và được điều khiển bởi RTL2832U

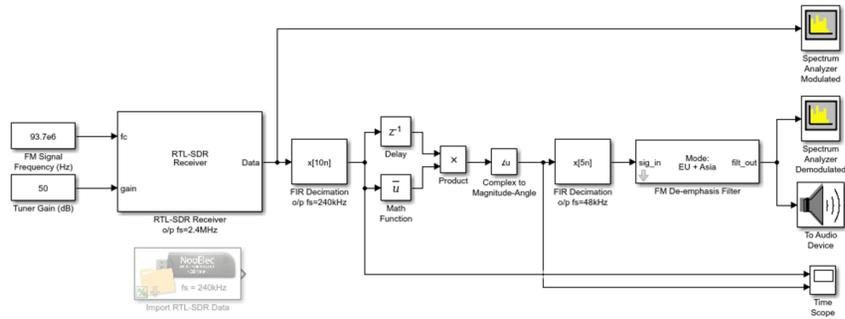
trên 1 giao diện I2C. Sau khi qua khối AGC thực hiện điều chỉnh động biên độ tín hiệu lỗi vào cho phù hợp với dải tần làm việc của thiết bị, tín hiệu IF sau đó được hạ xuống băng gốc. Các PP truyền thống được thực hiện để đưa tín hiệu đi qua các bộ lọc, bộ lấy mẫu tín hiệu đầu ra bằng ADC và hạ tần tín hiệu về băng gốc thông qua bộ NCO. Cuối cùng, các mẫu 2 kênh I/Q 8 bit được đưa ra cổng USB để có thể xử lý dữ liệu bằng phần mềm Matlab/Simulink cài đặt trên máy tính.



Hình 2.1. Sơ đồ khối chức năng các thành phần chính trong RTL-SDR

2.2. Thực hiện bộ thu tín hiệu đài FM Phần này giới thiệu một bài thực hành được tạo ra cho SV để tìm hiểu về một bộ thu tín hiệu từ một đài phát thanh FM, đây là một dạng tín hiệu cơ bản và có sẵn ở mọi nơi, mọi lúc. Bài thực hành này giải điều chế tín hiệu âm thanh trực tiếp từ nguồn RTL-SDR. Bài thực hành đã được cấu trúc để hướng dẫn SV thông qua một loạt các hoạt động, cuối cùng dẫn đến việc thực hiện hoàn chỉnh, theo thời gian thực bộ thu FM 1 kênh (bộ thu mono). Cấu trúc của bộ thu được thực hiện thông qua mô hình mô phỏng Simulink trên Matlab như Hình 3.

Tần số trung tâm được thiết lập ở giá trị f_c . Tần số lấy mẫu băng gốc được thiết lập ở giá trị f_s ; thiết lập hệ số khuếch đại, hệ số này có thể được điều chỉnh tùy thuộc vào chất lượng của tín hiệu FM thu được.

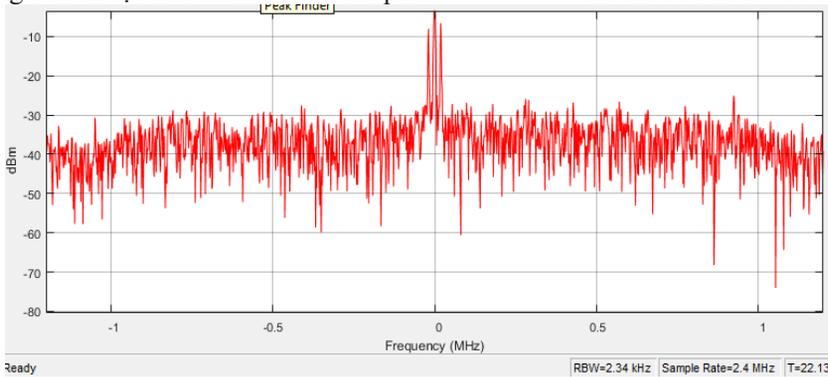


Hình 2.2. Sơ đồ bộ thu FM mono RTL-SDR

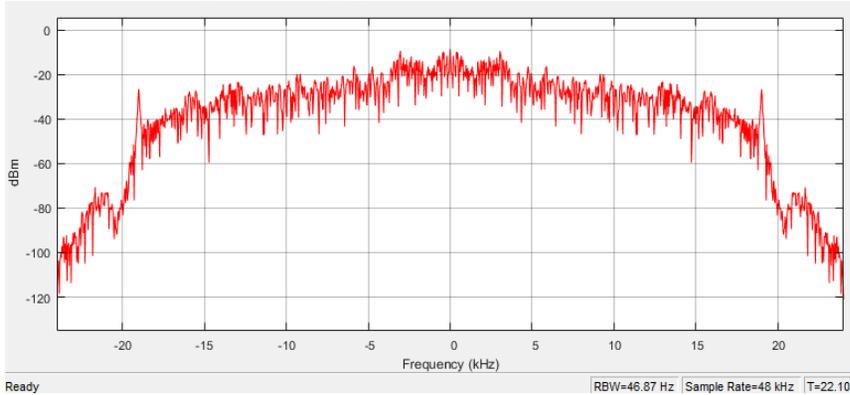
2.3 Kết quả và thảo luận Đặc trưng của tín hiệu FM được đánh giá ở cả miền tần số và miền thời gian. Trong miền tần số, phổ của tín hiệu FM thu được từ bộ thu RTL-SDR có bề rộng phổ 240kHz hoặc 2,4MHz tùy thuộc vào cấu hình trong bộ thu. Trong miền thời gian, dạng sóng của tín hiệu trước giải điều chế được quan sát ở các dạng gồm tín hiệu dạng phức (kênh I/Q) và tín hiệu bản tin sau giải điều chế.

Các kết quả triển khai bộ thu FM mono được thể hiện ở Hình 4, Hình 5 và Hình 6. Hình 4 là phổ của tín hiệu FM trước giải điều chế. Đây chính là tín hiệu FM được thu bởi bộ thu RTL-SDR. Quan sát phổ này nhận thấy có vùng tần số quanh tần số sóng mang 93.7MHz có tín hiệu FM với bề rộng phổ khoảng 2,4MHz. Phổ của tín hiệu FM sau giải điều chế được minh họa ở

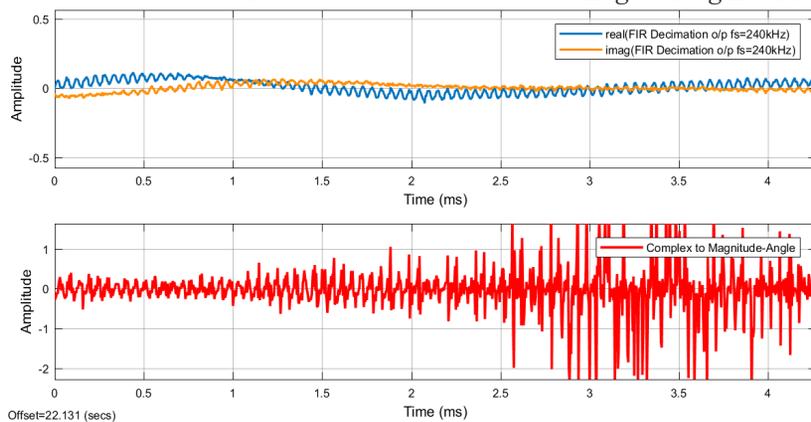
Hình 5, phổ này có bề rộng khoảng 20kHz. Dạng sóng miền thời gian của các tín hiệu kênh I, kênh Q và dạng sóng của tín hiệu băng gốc thu được từ bộ thu RTL-SDR được minh họa ở Hình 6. Biên độ của các tín hiệu kênh I, kênh Q và tín hiệu băng gốc sẽ có sự thay đổi khác nhau tùy thuộc vào thông tin, nội dung bản tin tại thời điểm đo của đài phát.



Hình 2.3. Phổ tín hiệu lối vào bộ giải điều chế FM



Hình 2.4. Phổ tín hiệu FM mono ở lối ra.



Hình 2.5. Dạng sóng tín hiệu FM thu được

3. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu việc triển khai một bộ thu FM mono bằng thiết bị RTL-SDR với chi phí rất rẻ để sử dụng như một công cụ thực hành rất hiệu quả. Thiết bị có thể được sử dụng trong phòng thí nghiệm hoặc thực hiện ngay ở trên lớp học lý thuyết nhằm giúp SV của ngành Kỹ thuật điện tử viễn thông có thể hiểu rõ hơn về các quá trình xử lý tín hiệu trong một máy thu vô tuyến. Bài thực hành này rất hiệu quả khi triển khai một hệ thống thực tế, thu nhận tín hiệu vô tuyến thực tế thông qua một thiết bị nhỏ gọn, giá thành thấp.

Tài liệu tham khảo

[1] Akeela, Rami, and Behnam Dezfooli (2018). "Software-defined Radios: Architecture, state-of-the-art, and challenges." *Computer Communications* 128 (2018): 106-125.

[2] Coppens, Pieter, Johan Van den Bossche, and Mieke De Cock (2017). "Student understanding of phase shifts, frequency and Bode plots." *International Journal of Electrical Engineering Education* 54.3 (2017): 247-261.

[3] Rahman, Md Habibur, and Md Mamunoor Islam (2016). "A practical approach to spectrum analyzing unit using rtl-sdr." *Rajshahi University Journal of Science and Engineering* 44 (2016): 151-159.

[4] Sadikoglu, Fahreddin, and Dogan Ibrahim (2017). "Teaching signals and systems at undergraduate level." *Procedia computer science* 120 (2017): 812-819.