

Đề xuất mô hình hệ thống phần cứng để định dạng và điều khiển búp sóng cho các anten thông minh

Tổng Văn Luyện – Trương Vũ Bằng Giang

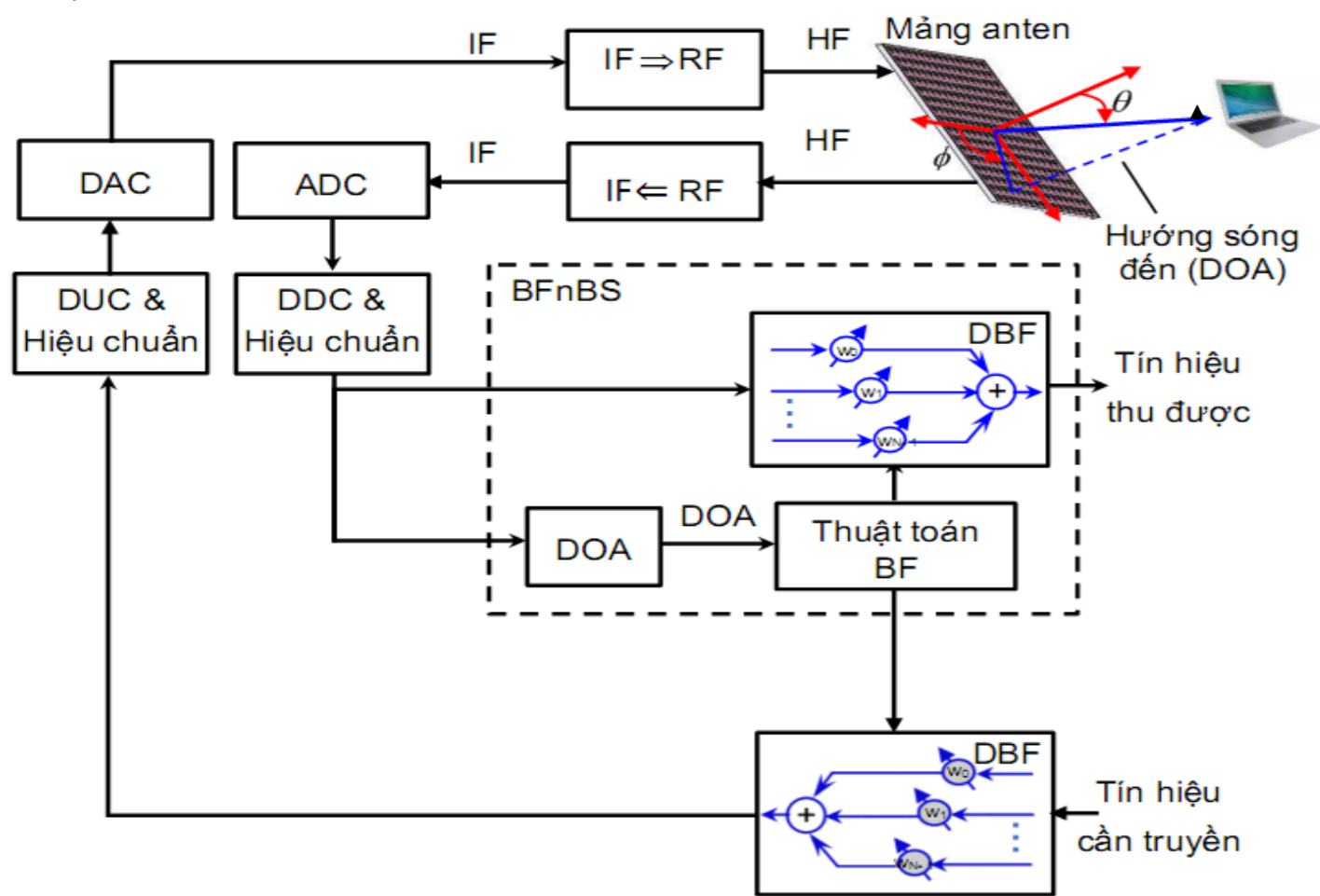
Khoa Điện tử Viễn thông, Đại học Công Nghệ, Đại học Quốc Gia Hà Nội

Giới thiệu

Định dạng và điều khiển búp sóng (BFnBS: Beamforming and Beamsteering) là kỹ thuật kết hợp các tín hiệu vô tuyến từ một tập hợp các anten riêng biệt để tạo ra một hệ anten tương đương có búp sóng (đồ thị bức xạ) theo yêu cầu. Búp sóng này được điều khiển theo các hướng khác nhau trong không gian bằng các phương pháp điều khiển bằng điện. BFnBS là cơ sở kỹ thuật của các anten thông minh ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như Radar, Sonar, Thông tin liên lạc, Vô tuyến thiên văn, Dò hướng, Địa chất học, Chuẩn đoán và điều trị trong Y.

Đề xuất hệ thống phần cứng

Để thiết kế các hệ anten thông minh ứng dụng, chúng tôi đề xuất mô hình thiết kế phần cứng của hệ thống BFnBS cho các anten thông minh trong Hình 1.

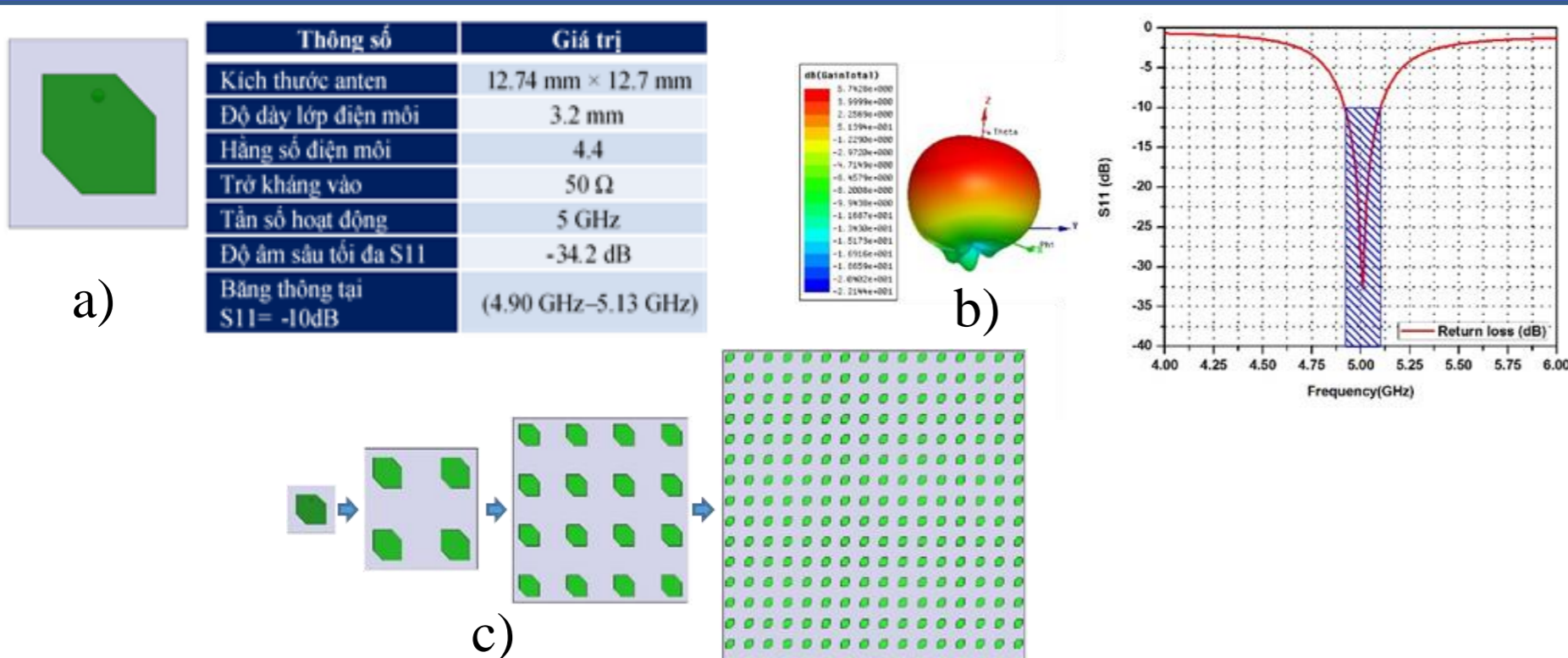


Hình 1: Sơ đồ khối hệ thống BFnBS cho các anten thông minh

Hoạt động: tín hiệu cao tần thu được từ mảng anten sẽ được chuyển xuống trung tần (IF). Sau đó, tín hiệu IF được chuyển đổi sang tín hiệu số nhờ khối ADC. Tín hiệu số này được chuyển đổi xuống tốc độ phù hợp với khả năng xử lý và hiệu chuẩn. Tiếp theo, tại BFnBS, hướng của tín hiệu cần thu được xác định thông qua khối DOA. Căn cứ vào đó, các thuật toán BF sẽ giúp khối điều khiển BF tạo ra các trọng số phù hợp tác động vào từng tín hiệu thu được từ từng phần tử anten sao cho tín hiệu tổng hợp thu được tại đầu ra là tốt nhất tại khối BF. Cuối cùng tín hiệu thu được sẽ được đưa tới khối xử lý tín hiệu bằng gốc để thu được thông tin chính xác mà bên phát đã gửi đi.

Tương ứng như trên, quá trình phát tín hiệu diễn ra theo chiều ngược lại.

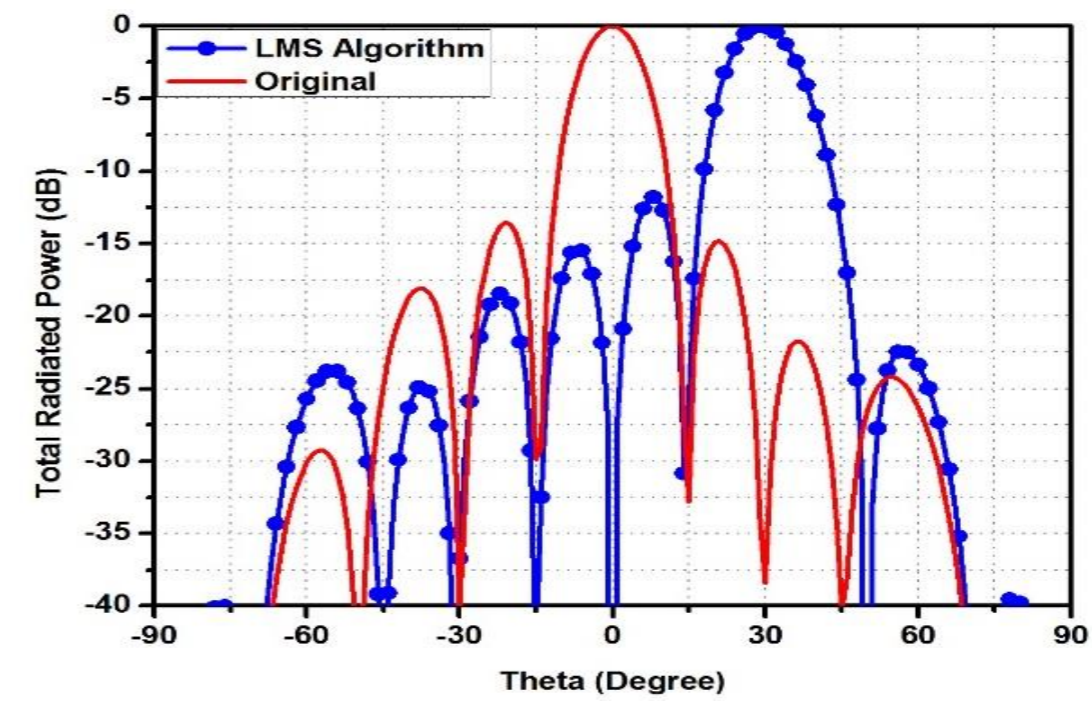
Thiết kế mảng anten



Hình 2: Phần tử anten được thiết kế: a) Hình ảnh và thông số của phần tử anten; b) Tăng ích và suy hao phản hồi của phần tử anten; c) Xây dựng mảng anten từ phần tử anten đơn

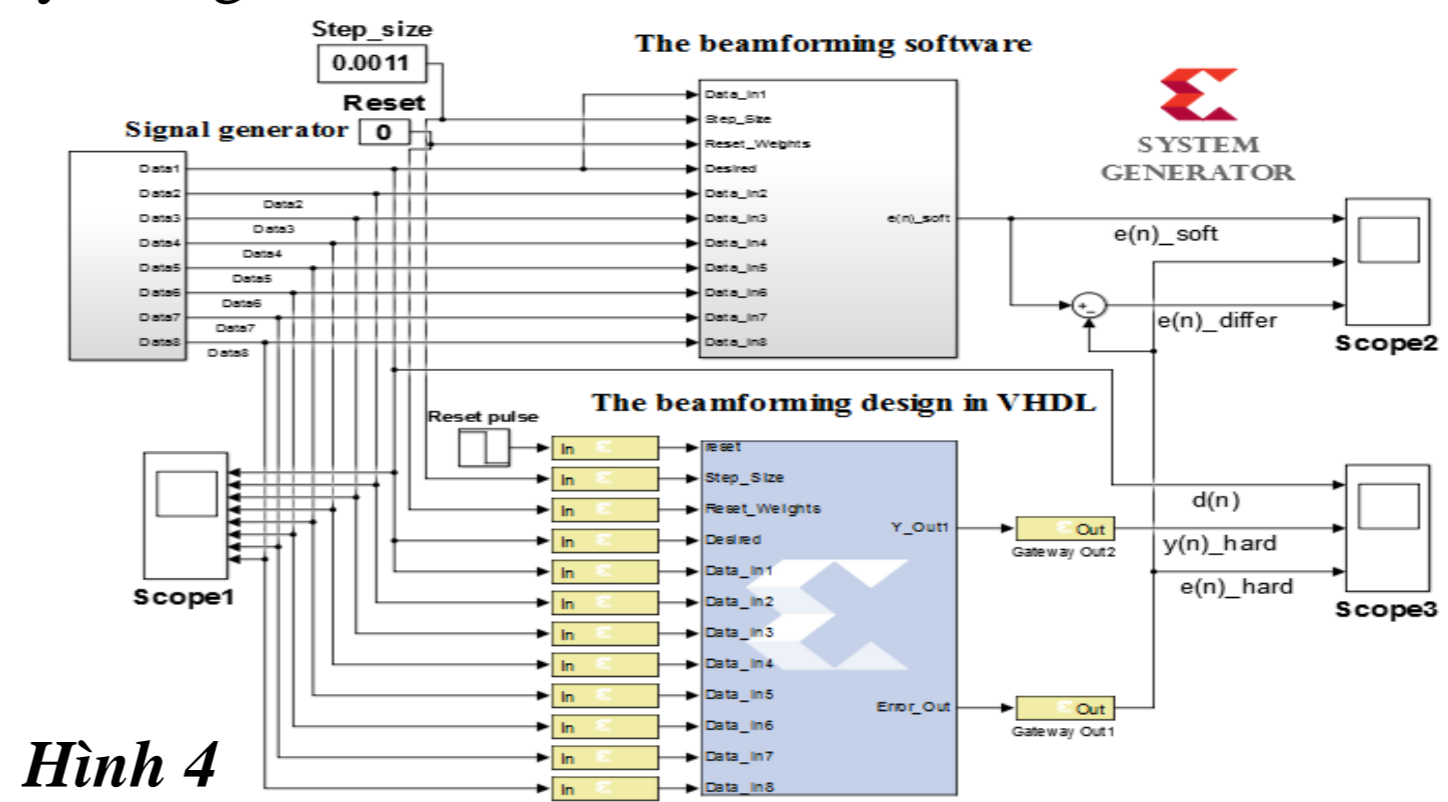
Thiết kế và thực thi khối BFnBS trên FPGA

Nghiên cứu và ứng dụng thuật toán BFnBS thích nghi LMS trên mô hình hệ anten thông minh. Kết quả minh họa trong hình 3.



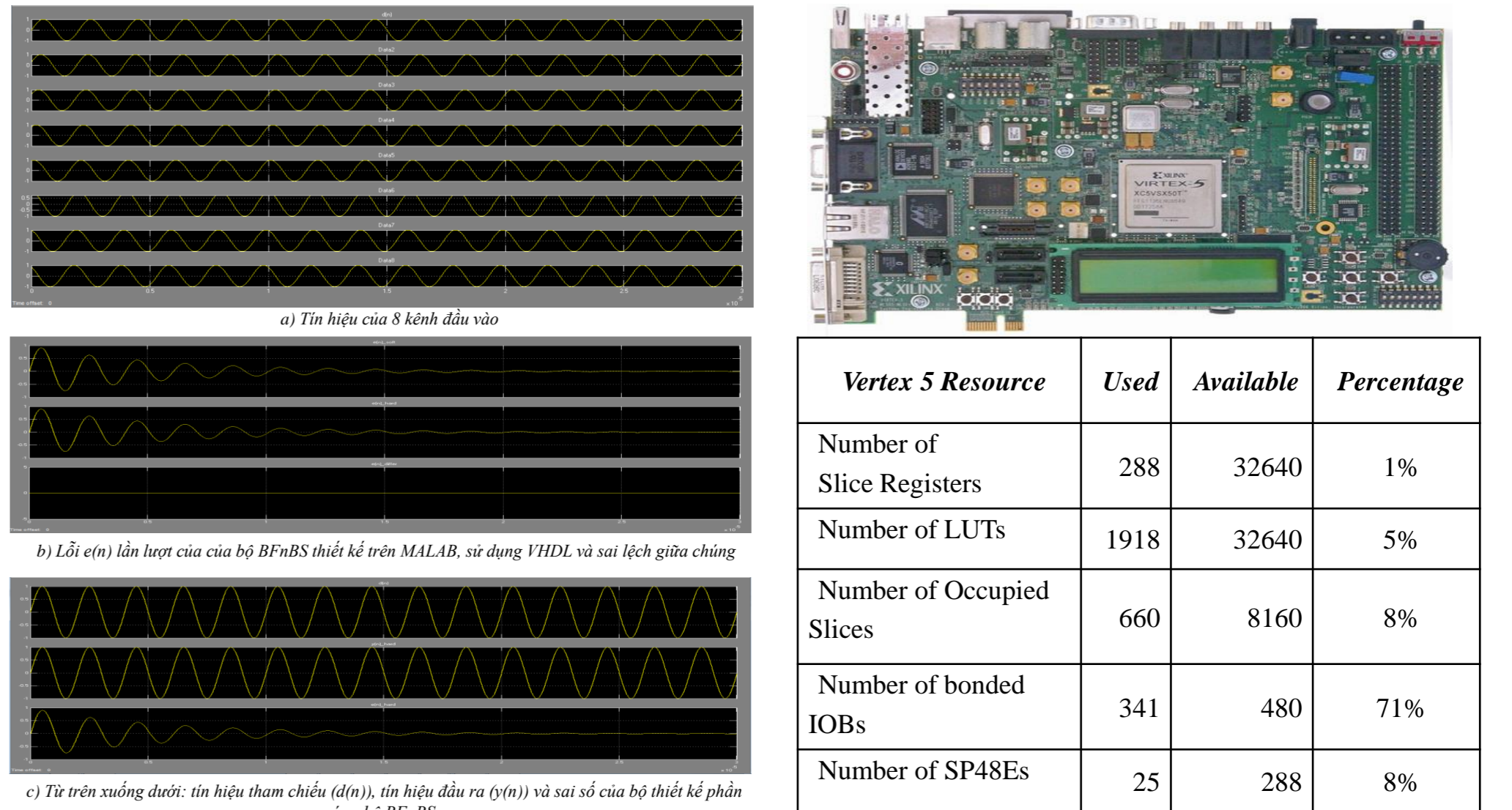
Hình 3: Bộ BFnBS sử dụng thuật toán LMS cho hệ anten thông minh 8 × 1 ULA: lái búp chính tới góc 30°; đặt “điểm không” tại các góc -45°, 0°, 50° (đường chấm) so với đồ thị bức xạ gốc (đường tròn).

Thiết kế phần cứng bộ BFnBS và kiểm chứng hoạt động trên phần mềm Xilinx system generator như hình 4:



Hình 4

Kết quả của quá trình mô phỏng và thực thi bộ BFnBS



Hình 5: Kết quả mô phỏng thiết kế bộ BFnBS trên Xilinx system generator và thông số khi thực thi trên FPGA

Kết luận

Mô hình hệ thống phần cứng để định dạng và điều khiển búp sóng cho các anten thông minh được đề xuất và thiết kế. Đề xuất này có thể được ứng dụng cho các hệ thống truyền thông vô tuyến như truyền thông di động, rada, Wifi phát định hướng.

Các báo cáo khoa học

- [1]. T.V.Luyện, T.V.B.Giang, “Đề xuất mô hình hệ thống phần cứng để định dạng và điều khiển búp sóng cho các anten thông minh”, Hội thảo quốc gia về điện tử, truyền thông và công nghệ thông tin, Tr.190-193, Nha Trang, 9.2014.
- [2]. T.V.Luyen and T.V.B.Giang, “Design and Implementation of FPGA based LMS Adaptive Beamformer for ULA Antennas”, The VIETNAM JAPAN MICROWAVE 2015, Ho Chi Minh City, Aug.2015