

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP QUY HOẠCH BĂNG TẦN 700 MHz CHO THÔNG TIN DI ĐỘNG BĂNG RỘNG PHÙ HỢP CHO VIỆT NAM

Đoàn Quang Hoan*, Nguyễn Đình Tuấn*, Nguyễn Anh Tuấn*, Võ Nguyễn Quốc Bảo#

* Cục Tần số vô tuyến điện-Bộ Thông tin và Truyền thông

Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Tóm tắt- Sự gia tăng số lượng kết nối di động và mục tiêu thu hẹp khoảng cách thông tin băng rộng dẫn tới nhu cầu sử dụng thêm các băng tần thấp dưới 1 GHz mà điển hình là băng tần 700 MHz. Tại hội nghị thông tin vô tuyến thế giới năm 2015 (WRC-15), Việt Nam và nhiều quốc gia trên thế giới đã chính thức được xác lập quyền sử dụng băng tần 698-806 MHz (sau đây gọi tắt là băng tần 700 MHz) dành cho hệ thống thông tin di động mặt đất (IMT). Để bảo đảm sử dụng băng tần 700 MHz hiệu quả, một trong những nhiệm vụ thiết yếu là nghiên cứu xây dựng phương án quy hoạch băng tần 700 MHz phù hợp với điều kiện sử dụng tại Việt Nam và hài hòa với các quốc gia trên thế giới. Bài báo này phân tích xu hướng công nghệ và các phương án quy hoạch băng tần 700 MHz nhằm nhận định phương án quy hoạch phù hợp áp dụng tại Việt Nam. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng trình bày kết quả phân tích, mô phỏng đánh giá can nhiễu theo mô hình nhiễu đơn và mô hình thống kê Monte-Carlo từ hệ thống truyền hình số mặt đất ảnh hưởng tới hệ thống thông tin di động LTE triển khai trên băng tần 700 MHz, và cuối cùng là đề xuất các khuyến nghị biện pháp kỹ thuật và biện pháp quản lý phù hợp, bảo đảm sử dụng hiệu quả băng tần 700 MHz.

Từ khóa- DVB-T2, LTE, FDD, TDD, SDL, Monte Carlo, Minimum coupling loss, 5G NR, WRC-15.

I. GIỚI THIỆU

Tại Việt Nam, băng tần 700 MHz được sử dụng cho truyền hình mặt đất từ nhiều năm trước. Theo đề án số hóa truyền dẫn¹, phát sóng truyền hình mặt đất đến năm 2020, truyền hình mặt đất sử dụng công nghệ tương tự sẽ ngừng phát sóng trên phạm vi toàn quốc và các đài truyền hình số sử dụng băng tần 700 MHz sẽ chuyển đổi về các kênh tần số tại đoạn băng tần dưới 694 MHz [1, 2].

¹ <https://mic.gov.vn/shth/Pages/ThongTin/102050/noi-dung-chinh-de-an.html>

Tác giả liên hệ: Nguyễn Anh Tuấn

Email: natuan@rfd.gov.vn

Đền tòa soạn: 16/4/2018, chỉnh sửa: 10/5/2018, chấp nhận đăng: 20/5/2018

Việt Nam định hướng sử dụng băng tần 700 MHz cho thông tin di động IMT trong khi hệ thống truyền hình mặt đất sẽ sử dụng băng tần 700 MHz đến hết năm 2020. Trong trường hợp triển khai hệ thống di động IMT trên băng tần 700 MHz trước năm 2020 tại một số khu vực, hệ thống thông tin di động sẽ gây nhiễu có hại cho hệ thống truyền hình mặt đất [3]. Do vậy, cần thiết phải nghiên cứu phương án quy hoạch chi tiết cho băng tần 700 MHz nhằm hỗ trợ việc triển khai hiệu quả dịch vụ thông tin di động băng rộng tại Việt Nam trong giai đoạn tới.

Trong hướng nghiên cứu này, đã có một số công trình nghiên cứu liên quan tập trung khảo sát can nhiễu từ máy phát truyền hình tới trạm gốc eNodeB, ví dụ như [4-6]. Cụ thể trong công trình [4], các tác giả đã phân tích can nhiễu từ máy phát truyền hình hoạt động tại tần số 686-694 MHz lên trạm gốc eNodeB hoạt động tại tần số 703-713 MHz theo phương pháp ước lượng suy hao tối thiểu (MCL) và phương pháp thống kê Monte-Carlo nhằm xác định độ cách ly về địa lý cần thiết giữa hai hệ thống. Trong bài báo [5], Okamoto và các cộng sự đã thực hiện đo trên thực địa mức độ suy giảm tốc độ đường lên (UL) của hệ thống LTE hoạt động ở tần số trên 703 MHz do can nhiễu từ máy phát truyền hình phát ở tần số dưới 698 MHz. Tác giả cũng đã thực hiện mô phỏng can nhiễu theo phương pháp Monte-Carlo để xác định tỷ lệ % suy giảm dung lượng của hệ thống LTE với các mức công suất phát truyền hình và vùng phủ LTE khác nhau. Phương pháp Monte-Carlo cũng được áp dụng tại bài báo [6] để đánh giá can nhiễu đồng kênh và nhiễu lân cận giữa hệ thống DVB-T và LTE triển khai trên băng tần 790-862 MHz. Bài báo này có những đóng góp khoa học sau:

- Phân tích xu hướng công nghệ, nghiên cứu các phương án quy hoạch băng tần 700 MHz và đề xuất phương án quy hoạch phù hợp cho Việt Nam để đảm bảo sử dụng hiệu quả băng tần 700 MHz.
- Đánh giá mức độ ảnh hưởng can nhiễu từ máy phát truyền hình DVB-T2 sử dụng kênh 48 của Việt Nam tới chiều thu của trạm gốc

eNodeB và đề xuất các khuyến nghị biện pháp kỹ thuật và biện pháp quản lý phù hợp cho phương án đề xuất dựa trên kết quả mô phỏng.

Phần còn lại của bài báo có cấu trúc như sau. Phần 2 trình bày các vấn đề tổng quan về quy hoạch băng tần cho thông tin di động. Phần 3 phân tích xu hướng công nghệ vô tuyến sử dụng băng tần 700 MHz. Phần 4 tổng hợp và phân tích các phương án quy hoạch băng tần 700 MHz trên thế giới. Phần 5 khuyến nghị phương án quy hoạch băng tần 700 MHz phù hợp để áp dụng tại Việt Nam. Phần 6 phân tích kịch bản can nhiễu từ máy phát truyền hình DVB-T2 lên trạm gốc eNodeB. Phần cuối của bài viết là kết luận và một số kiến nghị về kết quả nghiên cứu.

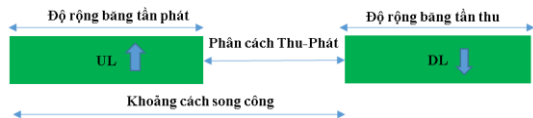
II. TỔNG QUAN VỀ QUY HOẠCH BĂNG TẦN CHO THÔNG TIN DI ĐỘNG

Hệ thống thông tin di động IMT được phát triển với sứ mệnh nhằm cung cấp dịch vụ viễn thông không chỉ giới hạn trong một khu vực, vùng địa lý mà trên quy mô toàn cầu và hướng tới cung cấp kết nối cho các ứng dụng kết nối Internet vạn vật (IoT) [7-9]. Do vậy, một trong những mục tiêu quan trọng khi xây dựng quy hoạch băng tần cho thông tin di động là bảo đảm tính hài hòa với các quốc gia trong khu vực và quốc tế.

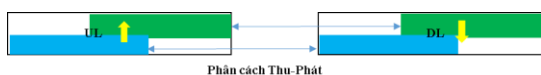
Phương án quy hoạch băng tần hài hòa giúp giảm giá thành thiết bị và tăng khả năng chuyển vùng, kết nối quốc tế cũng như tạo thuận lợi trong công tác phối hợp can nhiễu tần số ở khu vực biên giới. Có thể nói, phương án quy hoạch băng tần phù hợp mở đường cho sự phát triển bền vững của các công nghệ, dịch vụ ứng dụng di động, thúc đẩy phát triển kinh tế-xã hội.

Các phương án quy hoạch băng tần cũng cần tính đến các yêu cầu kỹ thuật, ví dụ như: độ rộng băng tần, khoảng cách về tần số với băng tần lân cận, các điều kiện về phát xạ, để bảo đảm không gây can nhiễu có hại cho các hệ thống vô tuyến đang hoạt động trên cùng băng tần cũng như hệ thống hoạt động tại băng tần lân cận.

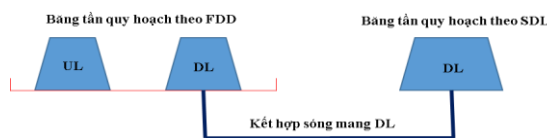
Hiện nay, Liên minh viễn thông quốc tế ITU-R định nghĩa hai phương thức truyền dẫn cho các hệ thống thông tin di động IMT, bao gồm truyền dẫn song công theo tần số (FDD) và truyền dẫn song công theo thời gian (TDD) [10].



Hình 1a. Cấu hình truyền dẫn FDD thông thường dùng một bộ ghép song công



Hình 1b. Truyền dẫn FDD với bộ ghép song công kép



Hình 1c. Truyền dẫn kết hợp sóng mang đường xuống (SDL)

Quy hoạch băng tần theo phương thức FDD: Phương thức truyền dẫn FDD yêu cầu hai đoạn băng tần ghép cặp với nhau, bao gồm đoạn băng tần cho truyền dẫn đường lên (UL) từ máy đầu cuối đến trạm gốc và đoạn băng tần cho truyền dẫn đường xuống (DL) từ trạm gốc đến máy đầu cuối như trình bày ở Hình 1a. Trong truyền dẫn FDD, có ba tham số quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng hoạt động của hệ thống là khoảng cách song công, độ rộng băng tần UL/DL và phân cách tần số giữa băng tần phát và băng tần thu. Một số trường hợp yêu cầu về độ rộng băng tần UL/DL lớn, để bảo đảm chất lượng của hệ thống, các bộ song công kép (dual duplexer) được áp dụng như trình bày ở Hình 1b. Trong phương thức FDD, còn có một biến thể là truyền dẫn tăng cường cho đường xuống (SDL) hoặc truyền dẫn tăng cường cho đường lên (SUL) như ở Hình 1c. Các phương thức truyền dẫn này cho phép ghép các sóng mang DL/UL tại băng tần không ghép cặp (unpaired spectrum) với các băng tần được quy hoạch theo phương thức FDD khác nhằm tăng cường dung lượng dữ liệu cho đường xuống (hoặc đường lên). Qua đó tăng khả năng hỗ trợ nhiều người dùng tại một thời điểm, đồng thời cải thiện tốc độ trải nghiệm dịch vụ.



Hình 2. Cấu hình băng tần truyền dẫn theo phương thức TDD

Quy hoạch băng tần theo phương thức TDD: Đối với phương thức truyền dẫn TDD, hướng UL và DL sử dụng chung trong miền tần số nhưng khác nhau về miền thời gian như trình bày ở Hình 2.

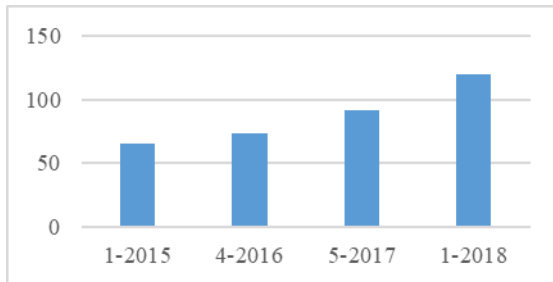
III. XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ VÔ TUYẾN SỬ DỤNG BĂNG TẦN 700 MHz

Băng tần 700 MHz có lợi thế về khả năng phủ sóng rộng do suy hao truyền sóng thấp hơn so với các băng tần khác như băng tần 1800 MHz và băng tần 2100 MHz. Lợi thế này góp phần tăng cường khả năng tiếp cận dịch vụ di động băng rộng cho khu vực nông thôn, vùng sâu vùng xa. Với lượng băng thông tổng cộng 108 MHz, băng tần 700 MHz được xem là phù hợp cho nhiều loại hình dịch vụ, từ những ứng dụng yêu cầu băng thông thấp như kết nối IoT trong thành phố thông minh đến ứng dụng yêu cầu băng thông rộng, độ trễ thấp trong các mạng thế hệ mới (5G) [7, 9, 11].

Công nghệ vô tuyến băng rộng di động 4G/5G

Theo số liệu thống kê của Hiệp hội thông tin di động thế giới, kết nối di động, mà đặc biệt là di động băng rộng, có sự tăng trưởng mạnh mẽ cả về số lượng kết nối lẫn lưu lượng truyền tải. Số lượng thuê bao di động băng rộng chiếm tỷ lệ lên tới 85% tổng số thuê bao di động [12]. Tỷ lệ kết nối di động sử dụng công nghệ LTE/LTE-Advanced được dự báo sẽ đạt đến con số 4 tỷ thuê bao di động vào năm 2020, chiếm thị phần 45% vào năm 2020 [13, 14].

Số lượng mạng và thiết bị đầu cuối LTE sử dụng băng tần 700 MHz cũng không nằm ngoài xu hướng tăng trưởng chung. Tính đến tháng 1/2018, có 120 mạng (trên tổng số 651 mạng) đã triển khai thương mại dịch vụ di động LTE sử dụng băng tần 700 MHz, tăng trên 200% so với thời điểm tháng 1/2015 như trình bày ở Hình 3.



Hình 3. Tăng trưởng số lượng mạng LTE sử dụng băng tần 700 MHz trong giai đoạn 2015-2018

Đến đầu năm 2018 đã có trên 1040 mẫu thiết bị (điện thoại thông minh, máy tính bảng...) hỗ trợ công nghệ LTE sử dụng băng tần 700 MHz (băng tần số 28 theo định nghĩa của 3GPP hay còn gọi là băng tần APT 700 –FDD) [15].

Song song với việc triển khai thương mại công nghệ LTE/LTE-Advanced, thế giới đang tập trung nghiên cứu tiêu chuẩn giao diện vô tuyến cho công nghệ 5G với tên gọi chính thức là IMT-2020 [16]. Công nghệ 5G có thể được triển khai trên băng tần 700 MHz với giao diện vô tuyến mới (NR) và cấu hình băng thông tối thiểu có độ rộng 5 MHz [17].

Công nghệ kết nối IoT trên mạng di động tế bào

Số lượng kết nối IoT được dự báo sẽ gia tăng nhanh chóng trong thời gian tới, thậm chí sẽ lớn hơn nhiều lần số lượng thuê bao di động [14]. Trong bối cảnh đó thì các công nghệ vùng phủ rộng (2G, 3G, 4G, 5G) sẽ ngày càng thể hiện vai trò quan trọng trong việc cung cấp kết nối cho hàng chục tỷ thiết bị này. Mạng di động thế hệ mới sẽ phải đảm nhận thêm vai trò cung cấp các dịch vụ kết nối phi truyền thống, đặc biệt là các kết nối với số lượng cực lớn, độ trễ thấp và trong điều kiện kết nối nghiêm ngặt hơn [18-22].

Tóm lại, các công nghệ vô tuyến LTE, LTE-Advanced, LTE-Advanced Pro, 5G NR hay IoT sẽ đóng vai trò kết nối quan trọng cho hạ tầng mạng viễn thông thời gian tới. Do vậy, nghiên cứu và đề xuất các phương án quy hoạch băng tần 700 MHz cần chú ý

đến xu hướng công nghệ trên để bảo đảm hỗ trợ những yêu cầu về băng thông đáp ứng cho các công nghệ này.

IV. CÁC PHƯƠNG ÁN QUY HOẠCH HẢI HÒA CHO BĂNG TẦN 700 MHz TRÊN THẾ GIỚI

Liên minh viễn thông quốc tế ITU-R khuyến nghị 08 phương án quy hoạch băng tần 698-806 MHz cho thông tin di động IMT (phương án A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11) [23]. Mỗi quốc gia thành viên khi xây dựng quy hoạch băng tần này sẽ phải tiếp tục nghiên cứu và lựa chọn phương án quy hoạch phù hợp nhất với điều kiện sử dụng tần số của mình để triển khai áp dụng. Trong phần dưới đây, chúng tôi sẽ phân tích và đánh giá 08 phương án quy hoạch băng tần 700 MHz nêu trên. Bảng 1 trình bày băng thông tối đa phân bổ cho thông tin di động IMT trong các phương án quy hoạch băng tần 698-806 MHz do ITU-R khuyến nghị.

Bảng 1. Băng thông tối đa phân bổ cho thông tin di động IMT trong các phương án quy hoạch băng tần 698-806 MHz do ITU-R khuyến nghị.

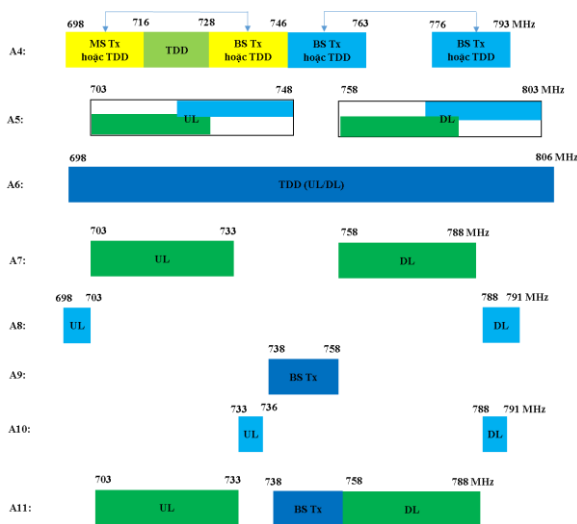
Phương án	Phương thức truyền dẫn FDD		Phương thức truyền dẫn TDD
	Băng thông (MHz)	Khoảng cách song công (MHz)	Băng thông (MHz)
A4	70	30	12
A5	90	55	
A6			108
A7	60	55	
A8	10	55	
A9	6	55	
A10	20 (SDL)		
A11	80 (20 MHz SDL)	55	

Phương án A4 (còn gọi là phương án thứ nhất) là kết hợp giữa phương thức FDD và TDD. Tổng lượng phổ tần quy hoạch cho FDD là 70 MHz (bao gồm hai đoạn băng tần có độ rộng 2x18 MHz và 2x17 MHz) và TDD là 12 MHz. Khoảng cách song công thiết kế trong truyền dẫn FDD ở phương án A4 là 30 MHz, tạo ra sự không tương thích với các phương án FDD khác (A5, A7, A8, A9, A11). Phương án A4 được áp dụng tại một số quốc gia trong khu vực Mỹ latin. Các mạng di động triển khai thương mại hiện nay đang sử dụng đoạn băng tần 698-716 MHz/728-746 MHz; 776-793 MHz/746-763 MHz.

Phương án A5 sử dụng truyền dẫn FDD với tổng lượng phổ tần phân bổ 90 MHz (2x45 MHz) và khoảng cách song công 55 MHz. Hiện có 54 quốc gia định hướng sử dụng băng tần 700 MHz theo quy hoạch APT700 cho thông tin di động LTE/LTE-Advanced [15].

Phương án A5 và A6 là hai phương án quy hoạch được phát triển bởi Hiệp hội thông tin vô tuyến khu vực Châu Á-Thái Bình Dương APT/AWG. Phương án A6 áp dụng phương thức TDD, việc hỗ trợ thực hiện ghép sóng mang của phương thức TDD với các sóng mang tại băng tần khác còn hạn chế [24].

Phương án A7: băng tần 700 MHz được quy hoạch tổng cộng 60 MHz (2x30 MHz) theo phương thức truyền dẫn FDD. Phương án này tương thích với A5, tuy nhiên phân cách thu phát khá lớn (25 MHz). Do vậy, để tiếp tục tận dụng lượng phổ tần trong đoạn phân cách này, ITU-R khuyến nghị phương án A11, kết hợp giữa phương thức FDD của A7 và phương thức SDL để triển khai cấu hình truyền dẫn tăng tốc dung lượng đường xuống cho mạng thông tin di động IMT. Phương án A7 và A11 được các quốc gia châu Âu khuyến nghị áp dụng [25].



Hình 4. Các phương án quy hoạch băng tần 700 MHz khuyến nghị bởi ITU-R [10]

Hai phương án A8 và A9 có lượng băng thông phân bố thấp, tương ứng là 10 MHz (2x5 MHz) và 6 MHz (2x3 MHz), dẫn đến không hiệu quả về phổ tần khi triển khai độc lập. Do vậy, hai phương án này phù hợp khi triển khai kết hợp với phương án tương thích với nó (phương án A5). Phương án A8 và A9 được đề xuất nhằm hướng tới hỗ trợ triển khai các dịch vụ di động đặc thù như dịch vụ an ninh công cộng và giảm nhẹ thiên tai (PPDR) hay dịch vụ kết nối Internet vạn vật IoT [26].

Trong số các phương án quy hoạch theo phương thức FDD thì phương án A5 có lượng băng thông phân bố lớn nhất với tổng cộng 90 MHz như Hình 4.

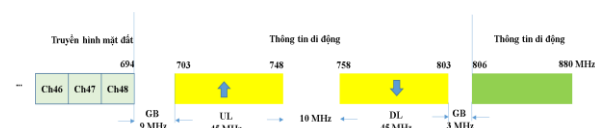
V. PHƯƠNG ÁN QUY HOẠCH BĂNG TẦN 700 MHz TẠI VIỆT NAM

Theo các phân tích ở phần trên cho thấy phương án A5 theo khuyến nghị của ITU-R (hay còn gọi là phương án APT700) cho phép tối đa lượng băng thông quy hoạch và bảo đảm tính hài hòa băng tần cao nhất, cụ thể như sau:

- Phương án A5 tương thích hoàn toàn với phương án A7, A9, và tương thích một phần với phương án A11. Trong một số trường hợp cụ thể, phương án A5 có thể sử dụng kết hợp với phương án A8 [27], do hai phương án này có cùng khoảng cách song công chiều phát-chiều thu.
- Số lượng các quốc gia định hướng áp dụng quy hoạch băng tần 700 MHz theo quy hoạch APT700 tăng nhanh trong thời gian qua và sẽ tiếp tục gia tăng trong thời gian tới sau khi băng tần 700 MHz được giải phóng hoàn toàn từ hệ thống truyền hình mặt đất. Điều này thúc đẩy hình thành hệ sinh thái về mạng và thiết bị đa dạng, có quy mô lớn, giá thành phù hợp hơn với đại đa số người sử dụng. Một cách gián tiếp sẽ góp phần rút ngắn khoảng cách tiếp cận thông tin di động băng rộng cho khu vực thành thị và nông thôn, vùng núi tại các quốc gia đang phát triển.

Với đặc điểm về xu hướng công nghệ và phương án sử dụng băng tần 700 MHz như phân tích ở trên, chúng tôi đề xuất Việt Nam nên xem xét ưu tiên áp dụng phương án quy hoạch A5 cho băng tần 700 MHz để triển khai hệ thống thông tin di động băng rộng IMT. Tuy nhiên, để bảo đảm triển khai hiệu quả các hệ thống vô tuyến theo quy hoạch băng tần mới, cần thiết phải đánh giá các vấn đề về can nhiễu có thể xảy ra trong thực tế triển khai. Phần tiếp theo của bài báo sẽ tập trung phân tích vấn đề này.

VI. ĐÁNH GIÁ CAN NHIỄU TỪ MÁY PHÁT TRUYỀN HÌNH DVB-T2 ĐẾN TRẠM GÓC eNODEB SỬ DỤNG BĂNG TẦN 700 MHz



Hình 5. Hiện trạng sử dụng băng tần liền kề băng tần 700 MHz tại Việt Nam.

Hiện nay, tại băng tần liền kề bên dưới của băng tần 700 MHz (đoạn băng tần từ 470-694 MHz), Việt Nam đang triển khai hệ thống truyền hình mặt đất như trình bày ở Hình 5. Theo quy hoạch băng tần APT700, thì khoảng cách bảo vệ giữa hệ thống truyền hình và hệ thống di động là 9 MHz.

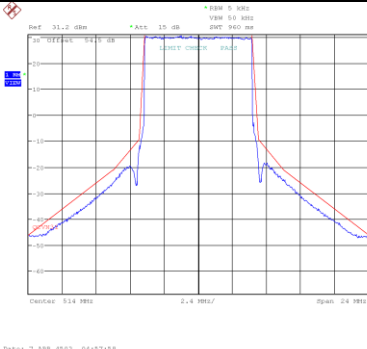
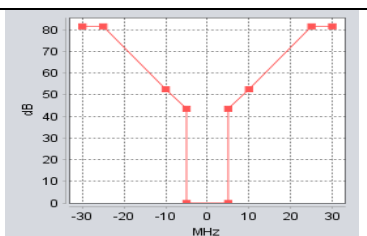
Trong phạm vi bài báo này, chúng tôi sử dụng bộ thông số đặc trưng của máy phát truyền hình DVB-T2 đang triển khai tại Việt Nam để đánh giá mức độ can nhiễu từ máy phát truyền hình sử dụng kênh số 48 (tần số 686-694 MHz) tới trạm gốc eNodeB hoạt động trên tần số 703-713 MHz.

1. Thông số kỹ thuật của các hệ thống vô tuyến

Trong kịch bản mô phỏng, các thông số của máy phát hình được tham khảo từ số liệu triển khai thực tế

tại Việt Nam [28], thông số của trạm gốc eNodeB được tham khảo từ [29].

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của máy phát DVB-T2 và trạm gốc eNodeB.

Thông số Tx-Rx	Giá trị
DVB-T2 Tx	
Tần số	690 MHz
Băng thông	8 MHz
Công suất phát (ERP)	(1) 23.9 dBW (2) 34.83 dBW (3) 47.8 dBW
Tăng ích ăng ten	12 dBi
Chiều cao ăng ten phát	(1) 40 m (2) 50 m (3) 120 m
Giản đồ ăng ten	Vô hướng
Mặt nạ phổ	 <p>—: Mặt nạ phổ tiêu chuẩn —: Mặt nạ phổ theo kết quả đo thực tế</p>
LTE BS Rx	
Tần số thu	708 MHz
Băng thông	10 MHz
Tăng ích ăng ten	15 dBi
Giản đồ ăng ten	ITU-R F.1336 (k=0.7)
Chiều cao ăng ten	30 m
Đáp tuyến bộ lọc thu tiêu chuẩn [30]	

2. Mô hình toán

Trong bài báo này, chúng tôi xem xét hai mô hình, cụ thể là mô hình nhiễu đơn (còn gọi là mô hình 1-1) và mô hình 1-N là mô hình mà các trạm gốc eNodeB phân bố ngẫu nhiên xung quanh vùng phủ của máy phát DVB-T2.

a. Mô hình nhiễu đơn (Mô hình 1-1)

Máy phát DVB-T2 là nguồn gây nhiễu đặt cách trạm gốc eNodeB một khoảng d theo km. Khoảng cách tối thiểu giữa hai hệ thống (d_{min}) để bảo đảm yêu cầu bảo vệ nhiễu trong băng (in-band) được xác định thông qua độ cách ly tối thiểu (MCL) theo dB theo biểu thức sau:

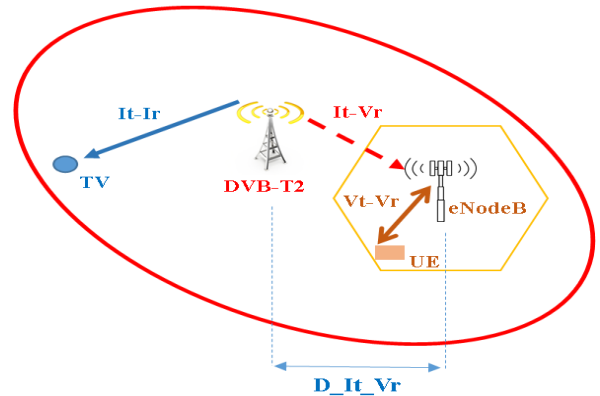
$$MCL = P_{int} + f(dBc_{int}, P_{int}) + dB_{BW} + G_{vict} + G_{int} - I_{max} \quad (1)$$

với P_{int} là Công suất phát của máy DVB-T2 tính theo dBm; dB_{BW} là hệ số chuyển đổi băng thông giữa sóng mang DVB-T2 và LTE tính theo đơn vị dBm; G_{vict} là tăng ích ăng ten trạm gốc eNodeB; G_{int} là tăng ích ăng ten máy phát DVB-T2; và I_{max} là công suất nhiễu tối đa (dBm)

Tỷ số bảo vệ nhiễu (I/N) cho trạm gốc eNodeB là -6 dB [29]. Mô hình truyền sóng ITU-R P.1546-5 được áp dụng để tính toán mức suy hao giữa máy phát DVB-T2 và trạm gốc eNodeB [31].

b. Mô hình mô phỏng theo phương pháp thống kê Monte-Carlo (Mô hình 1-N)

Chúng tôi sử dụng phương pháp mô phỏng Monte Carlo với số lượng mẫu thử là 20.000 trong kịch bản can nhiễu với mô hình can nhiễu giữa hai hệ thống được mô tả theo Hình 6. Để đánh giá ảnh hưởng của can nhiễu từ máy phát DVB-T2, mạng di động LTE được đặt vào trong vùng phủ của máy phát hình DVB-T2 với khoảng cách giữa máy phát DVB-T2 và trạm gốc eNodeB là d (km). Chúng tôi thay đổi khoảng cách d và phân bố vị trí của trạm gốc eNodeB ngẫu nhiên xung quanh vùng phủ của máy phát DVB-T2 để xác định xác suất can nhiễu.



Hình 6. Mô hình can nhiễu giữa máy phát DVB-T2 và trạm gốc eNodeB với I_t là máy phát DVB-T2; I_r là máy thu truyền hình DVB-T2 (TV); V_t là trạm gốc eNodeB; V_r là ký hiệu máy di động cầm tay (UE); D_{It_Vr} là khoảng cách giữa máy phát DVB-T2 và trạm gốc eNodeB.

Xác suất can nhiễu, PI , được xác định như sau:

$$PI = 1 - \frac{\Pr\left(\frac{iRSSS}{N} > \frac{I}{N}, dRSS > Sens\right)}{\Pr(dRSS > Sens)} \quad (2)$$

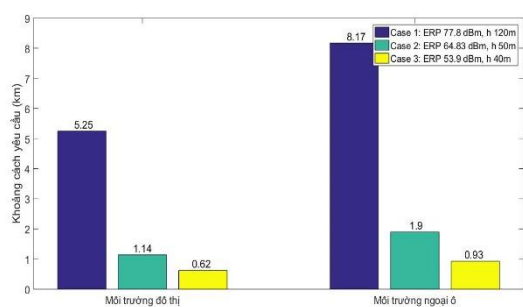
với $iRSS$ là công suất nhiễu thu tại eNodeB; $dRSS$ là công suất tín hiệu mong muốn; Sens là độ nhạy thu của trạm gốc eNodeB.

Xác suất can nhiễu 5% được áp dụng để ước lượng khoảng cách yêu cầu giữa hệ thống DVB-T2 và LTE.

3. Kết quả phân tích & mô phỏng

a. Kích bản nhiễu đơn (Mô hình 1-1)

Trong trường hợp thứ nhất, máy phát DVB-T2 phát với công suất lớn (77.8 dBm ERP) với mật nà phổ tiêu chuẩn, kết quả tính toán cho thấy yêu cầu khoảng cách tối thiểu giữa trạm DVB-T2 và eNodeB là 5.25 km đến 8.2 km tùy thuộc vào môi trường truyền sóng. Khoảng cách này giảm nhanh, cụ thể dưới 1.9 km đến 0.62 km ở trường hợp 2 và 3, do mức phát xạ ngoài băng của máy phát DVB-T2 thấp hơn trường hợp 1 như trình bày ở Hình 7.



Hình 7. Khoảng cách yêu cầu giữa máy phát hình DVB-T2 và trạm gốc eNodeB.

Các kết quả tính toán ở mô hình 1-1 sẽ được phân tích thêm theo phương pháp mô phỏng Monte-Carlo ở phần tiếp theo.

b. Kích bản mô phỏng theo phương pháp thống kê Monte-Carlo (Mô hình 1-N)

Bảng 3 trình bày kết quả mô phỏng với các thông số của bộ lọc máy phát DVB-T2 và bộ lọc thu của eNodeB tiêu chuẩn. Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng để bảo đảm xác suất can nhiễu dưới 5%, khoảng cách tối thiểu giữa máy phát DVB-T2 và trạm gốc eNodeB theo ba trường hợp nguồn nhiễu có công suất phát ERP 77.8 dBm, 64.83 dBm và 53.9 dBm tương ứng là 17.5 km, 5.5 km và 2.5 km. Yêu cầu này cao hơn nhiều so với kết quả tính toán đối với mô hình 1-1. Có thể lý giải sự chênh lệch này do trong mô hình 1-1 mới xét đến ảnh hưởng của nhiễu do phát xạ ngoài băng của máy phát DVB-T2 và chưa xét đến ảnh hưởng của hiện tượng blocking. Đây là yếu tố nhiễu đã gây tác động lớn đến trạm gốc eNodeB.

Bảng 3. Xác suất can nhiễu từ máy phát hình DVB-T2 đến trạm gốc eNodeB (bộ lọc tiêu chuẩn).

I. Bộ lọc máy phát DVB-T2 và eNodeB theo tiêu chuẩn		
Công suất máy phát DVB-T2	Khoảng cách d	Xác suất can nhiễu
ERP 77.8 dBm	17.5 km	7.2%
ERP 64.83 dBm	5.5 km	4.1%
ERP 53.9 dBm	2.5 km	4.7%

	theo km	
ERP 77.8 dBm	15	7.2%
$h_{\text{anten}}: 120 \text{ m}$	17.5	4.55%
ERP 64.83 dBm	5	5.5%
$h_{\text{anten}}: 50 \text{ m}$	5.5	4.1%
ERP 53.9 dBm	2	6.4%
$h_{\text{anten}}: 40 \text{ m}$	2.5	4.7%

Trường hợp phát xạ ngoài băng của máy phát DVB-T2 có đặc tính theo kết quả đo thực tế và đáp tuyến bộ lọc thu eNodeB tốt hơn 20 dB so với tiêu chuẩn, yêu cầu khoảng cách tối thiểu cho thấy đã giảm đáng kể, tương ứng là 2 km, 0 km và 0 km như chỉ ra trong Bảng 4. Như vậy, trong trường hợp không bảo đảm độ cách ly về địa lý giữa hai hệ thống, thì việc cải thiện thêm chất lượng cho bộ lọc thu của trạm gốc eNodeB là một trong những giải pháp có thể áp dụng nhằm giảm thiểu ảnh hưởng của tín hiệu phát mức công suất cao tại băng tần lân cận.

Bảng 4. Xác suất can nhiễu từ máy phát hình DVB-T2 đến trạm gốc eNodeB (bộ lọc có chất lượng tốt hơn tiêu chuẩn)

II. Bộ lọc máy phát DVB-T2 theo kết quả đo thực tế và bộ lọc của eNodeB đáp ứng tốt hơn 20 dB so với tiêu chuẩn		
ERP 77.8 dBm	1 km	6.1%
$h_{\text{anten}}: 120 \text{ m}$	2 km	5%
ERP 64.83 dBm	0 km	4.7%
$h_{\text{anten}}: 50 \text{ m}$		
ERP 53.9 dBm	0 km	2.6%
$h_{\text{anten}}: 40 \text{ m}$		

VII. KẾT LUẬN

Bài viết đã trình bày xu hướng công nghệ và phân tích các phương án quy hoạch băng tần 700 MHz. Qua đó nhận định phương án quy hoạch băng tần 700 MHz tương thích với quy hoạch APT700 đạt được tính hài hòa quốc tế cao nhất và nên được xem xét lựa chọn áp dụng tại Việt Nam. Ngoài ra, để hỗ trợ phát triển các dịch vụ di động thế hệ mới, việc phân bổ băng tần 700 MHz nên được xem xét với cấu trúc các khối tần số có độ rộng tối thiểu 5 MHz.

Kết quả tính toán và mô phỏng can nhiễu cho thấy, trong một số trường hợp khi bộ lọc của máy phát hình DVB-T2 và trạm gốc eNodeB có đặc tính theo tiêu chuẩn, thì máy phát hình DVB-T2 phát trên kênh 48 có thể làm tăng tỷ số I/N (trên mức -6 dB) cho mạng di động LTE dùng khối tần số 10 MHz ở biên tần dưới trong quy hoạch APT700. Tác động này tùy thuộc vào cấu hình triển khai thực tế và có thể được khắc phục khi cải thiện thêm chất lượng của các bộ lọc tốt hơn tiêu chuẩn hoặc áp dụng độ cách ly về địa

lý cần thiết giữa hai hệ thống. Theo kết quả mô phỏng thì khi áp dụng bộ lọc có đáp tuyến tốt hơn 20 dB cho trạm gốc eNodeB, xác suất can nhiễu đã giảm xuống dưới 5% ở kịch bản máy phát hình công suất trung bình và thấp, ngay cả khi khoảng cách bảo vệ giữa hai hệ thống là 0 km.

Việc triển khai đo đánh giá nhiễu giữa hệ thống DVB-T2 (đặc biệt là máy phát hình công suất cao) và trạm gốc eNodeB trên thực địa trước khi chính thức cung cấp dịch vụ 4G trên băng tần 700 MHz là cần thiết nhằm xác định phương án giảm nhiễu phù hợp cho trạm gốc eNodeB của hệ thống di động 4G.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ trong khuôn khổ chương trình Nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Nhà nước mã số ĐTĐL-CN-01/16 “Nghiên cứu định hướng, phân bổ lại các băng tần 700/800/900/1800 MHz đáp ứng phát triển kinh tế-xã hội, an ninh, quốc phòng”.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] *Quyết định số 2451/QĐ-TTg: Đề án số hóa truyền dẫn truyền hình mặt đất đến năm 2020*, 2011.

[2] V. N. Q. Bao, L. Q. Cuong, L. Q. Phu, T. D. Thuan, L. M. Trung, and N. T. Quy, "Spectrum Survey in Vietnam: Occupancy Measurements and Analysis for Cognitive Radio Applications," in *The 2011 International Conference on Advanced Technologies for Communications*, Da Nang, Vietnam, 2011, pp. 135-143.

[3] *Luật Tần Số*, Quốc-Hội-Việt-Nam, 2009.

[4] G. Ancans, E. Stankevicius, and V. Bobrovs, "Assessment of DVB-T compatibility with LTE in adjacent channels in 700 MHz band," *Elektronika ir Elektrotechnika*, vol. 21, no. 4, pp. 69-72, 2015.

[5] D. Okamoto, L. d. S. Mello, M. Almeida, and C. Rodriguez, "Performance evaluation of digital TV and LTE systems operating in the 700 MHz band under the effect of mutual interference," *Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications*, vol. 15, no. 4, pp. 441-456, 2016.

[6] W. A. Hassan, H.-S. Jo, Z. A. Shamsan, and T. A. Rahman, "Cross Border Interference between IMT-Advanced and DVB-T in the Digital Dividend Band," 2013.

[7] M. R. Palattella *et al.*, "Internet of Things in the 5G Era: Enablers, Architecture, and Business Models," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 34, no. 3, pp. 510-527, 2016.

[8] D. Niyato, X. Lu, P. Wang, D. I. Kim, and Z. Han, "Economics of Internet of Things: an information market approach," *IEEE*

Wireless Communications, vol. 23, no. 4, pp. 136-145, 2016.

[9] V. P. Kافلة, Y. Fukushima, and H. Harai, "Internet of things standardization in ITU and prospective networking technologies," *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 9, pp. 43-49, 2016.

[10] *M.1036 : Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations*, ITU, 2015.

[11] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, 2014.

[12] GSA, "LTE subscriptions to 4Q 2017," 2018.

[13] G. Intelligence, "The mobile economy 2015," *GSMA Reports*, 2015.

[14] Ericsson, "Mobility report," 2016, Available: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report>.

[15] GSA. (2018). *LTE in APT700 Spectrum Global Status*.

[16] *Naming for International Mobile Telecommunications* ITU, 2015.

[17] *Initial description template of 3GPP 5G candidate for inclusion in IMT-2020*, ITU, 2018.

[18] ITU, "Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s)," 2017, Available: <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2410-2017>.

[19] I. C. L, S. Han, Z. Xu, S. Wang, Q. Sun, and Y. Chen, "New Paradigm of 5G Wireless Internet," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 34, no. 3, pp. 474-482, 2016.

[20] X. Ge, S. Tu, G. Mao, C. X. Wang, and T. Han, "5G Ultra-Dense Cellular Networks," *IEEE Wireless Communications*, vol. 23, no. 1, pp. 72-79, 2016.

[21] P. T. Dat, A. Kanno, N. Yamamoto, and T. Kawanishi, "5G transport networks: the need for new technologies and standards," *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 9, pp. 18-26, 2016.

[22] G. Durisi, T. Koch, and P. Popovski, "Toward Massive, Ultrareliable, and Low-Latency Wireless Communication With Short Packets," *Proceedings of the IEEE*, vol. 104, no. 9, pp. 1711-1726, 2016.

[23] *Quyết định số 02/2017/QĐ-TTg: Sửa đổi, bổ sung Quy hoạch phổ tần số vô tuyến điện quốc gia ban hành kèm theo Quyết định số 71/2013/QĐ-TTg ngày 21/11/2013 của Thủ tướng Chính phủ*, RFD, 2017.

[24] *LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio*

- transmission and reception (3GPP TS 36.104 version 9.4.0 Release 9)*, 2010.
- [25] *On the harmonisation of the 694-790 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing wireless broadband electronic communications services and for flexible national use in the Union*, EU, 2016.
- [26] *Harmonised frequency arrangement for IMT in the band 694-791 MHz for Region 1 in the update of Recommendation ITU-R M.1036-4*, ITU, 2015.
- [27] *Proposal on a PDNR ITU-R M.[IMT.ARRANGEMENTS] on the frequency arrangements for the use of the 694-790 MHz band for IMT in ITU Region 1*, ITU, 2015.
- [28] RFD, "Cơ sở dữ liệu cấp phép tần số," 2018.
- [29] ITU, "Characteristics of terrestrial IMT-Advanced systems for frequency sharing/interference analyses," 2013, Available: <http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2292/en>.
- [30] 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 12)," *3GPP TS*, vol. 136, p. 152, 2014.
- [31] ITU, "P.1546 : Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz," ed, 2013.

A STUDY ON FREQUENCY ALLOCATION OF IMT IN 700 MHz BAND IN VIETNAM

Abstract: The significant increase of the number of mobile subscribers over the world results in the need to use additional low frequency band below 1 GHz, i.e, typically frequency band of 700 MHz. At the World Radio Conference 2015 (WRC-15), Vietnam and other countries have officially adopted the frequency band of 698-806 MHz band (hereinafter referred to as 700 MHz band) for International Mobile Telecommunications (IMT) services. In order to ensure the efficient use of the 700 MHz band, planning for the 700 MHz band in accordance with Vietnam conditions and in harmony with other countries is necessary. This paper is to study technology trends and to propose planning options for the 700 MHz band for Vietnam. Based on simulation results, we also evaluate interference from digital terrestrial television systems to LTE mobile systems operating on 700 MHz band and suggest technical recommendations for efficient spectrum use of 700 MHz band.



Đoàn Quang Hoan sinh ngày 12/07/1958. Ông tốt nghiệp Đại học Bách khoa Hà nội ngành vô tuyến điện năm 1980. Ông đã có bằng thạc sỹ điện tử viễn thông vào năm 2006

và làm việc tại Cục Tần số Vô tuyến điện từ 1994. Ông trở thành Cục trưởng Cục Tần số Vô tuyến điện từ 2016. Ông Hoan là thành viên của Ủy Ban điều hành Tần số của Liên minh viễn thông quốc tế ITU-R từ năm 2015.



Nguyễn Đình Tuấn nhận bằng Cử nhân khoa học tại trường Đại Học Công nghệ-Đại Học Quốc gia Hà Nội năm 2010 và bằng thạc sĩ kỹ thuật Viễn thông tại trường Học viện Công nghệ Bưu chính viễn thông năm 2014. ThS. Tuấn hiện đang công tác tại Cục Tần Số Vô Tuyến Điện – Bộ Thông tin và Truyền thông. Hướng nghiên cứu hiện tại đang quan tâm bao gồm: Mô hình can nhiễu trong các hệ thống thông tin vô tuyến, Quy hoạch tần số vô tuyến điện, Tiêu chuẩn vô tuyến cho kết nối internet vạn vật (IoT) và thông tin di động 5G.



Nguyễn Anh Tuấn nhận bằng kỹ sư và bằng thạc sĩ tại Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội năm 2002 và năm 2006. ThS. Tuấn hiện đang công tác tại Cục Tần Số Vô Tuyến Điện – Bộ Thông tin và Truyền thông và là nghiên cứu sinh của Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông. Hướng nghiên cứu hiện tại đang quan tâm bao gồm: thông tin vô tuyến, quy hoạch tần số, kỹ thuật thu thập năng lượng vô tuyến, phân tích hiệu năng mạng vô tuyến.



Võ Nguyễn Quốc Bảo tốt nghiệp Tiến sĩ chuyên ngành vô tuyến tại Đại học Ulsan, Hàn Quốc vào năm 2010. Hiện nay, TS. Bảo là phó giáo sư của Bộ Môn Vô Tuyến, Khoa Viễn Thông 2, Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông Cơ Sở Thành Phố Hồ Chí Minh và đồng thời là giám đốc của phòng thí nghiệm nghiên cứu vô tuyến(WCOMM). TS. Bảo hiện là thành viên chủ chốt (senior member) của IEEE và là tổng biên tập kỹ thuật của tạp chí REV Journal on Electronics and Communication. TS. Bảo đồng thời là biên tập viên (editor) của nhiều tạp chí khoa học chuyên ngành uy tín trong và ngoài nước, ví dụ: Transactions on Emerging Telecommunications Technologies (Wiley ETT), VNU Journal of Computer Science and Communication Engineering. TS. Bảo đã tham gia tổ chức nhiều hội nghị quốc gia và quốc tế, ví dụ: ATC (2013, 2014), NAFOSTED-NICS (2014, 2015, 2016), REV-ECIT 2015, ComManTel (2014, 2015), và SigComTel 2017. Hướng nghiên cứu hiện tại đang quan tâm bao gồm: vô tuyến nhận thức, truyền thông hợp tác, truyền song công, bảo mật lớp vật lý và thu thập năng lượng vô tuyến.