



XÂY DỰNG MÔ HÌNH HỆ THỐNG QUẢNG BÁ TRUYỀN HÌNH SỐ THEO CHUẨN DVB-T2 TẠI QUẢNG NINH

Trần Tiến Long¹, Lương Ngọc Điền¹, Nguyễn Văn Hùng¹, Phạm Ngọc Thắng²,
Nguyễn Tiến Dũng², Trần Ngọc Thái², Nguyễn Thị Huyền Linh²

¹ Đài Phát thanh Truyền hình Quảng Ninh

² Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên

Ngày nhận: 06/4/2016

Ngày sửa chữa: 20/4/2016

Ngày xét duyệt: 30/5/2016

Tóm tắt:

Tiêu chuẩn truyền hình số mặt đất thế hệ thứ hai DVB-T2 với những đặc tính vượt trội hơn so với tiêu chuẩn DVB-T đã khẳng định là chuẩn truyền hình số mặt đất lý tưởng cho truyền hình có độ phân giải cao HDTV, 3DTV và sẽ đem đến nhiều cơ hội triển khai các dịch vụ mới. Nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu, ứng dụng, triển khai thành công tiêu chuẩn DVB-T2 và đã nhận được sự ủng hộ cao của người xem. Tại Việt Nam đã nghiên cứu, ứng dụng và triển khai thử nghiệm thành công tiêu chuẩn DVB-T2. Mặc dù vậy, việc triển khai rộng rãi DVB-T2 trên diện rộng theo đề án số hóa truyền hình của chính phủ đến năm 2020 gặp không ít khó khăn trên những địa bàn phức tạp như Quảng Ninh. Dưới đây sẽ trình bày một giải pháp mô hình hệ thống truyền dẫn, phát sóng định hướng ứng dụng cho truyền hình quảng bá tại Quảng Ninh theo tiêu chuẩn DVB-T2.

Từ khóa: DTTB, DVB, DVB-T, DVB-T2, truyền hình số mặt đất, truyền hình Quảng Ninh.

1. Đặt vấn đề

Năm 2009, ETSI công bố chuẩn quảng bá truyền hình số mặt đất (DTTB: Digital Terrestrial Television Broadcasting) thế hệ mới với tên gọi DVB-T thế hệ thứ 2 (DVB-T2) [4]. Phiên bản cập nhật của DVB-T2 được đưa ra hồi tháng 4 năm 2012 với mục đích tối ưu hóa cho máy thu di động. Dựa trên DVB-T, DVB-T2 cho phép sử dụng tốt hơn phổ tần với hiệu suất phổ tần tăng hơn 30%, điều này có được nhờ ứng dụng nhiều công nghệ xử lý số hết sức tiên tiến như truyền dẫn OFDM nâng cao, cấu trúc khung linh hoạt, mã LDPC/BCH, điều chế mã hóa đan xen bit với giải mã lặp (BICM-ID), phân tập phát, giảm tỉ số công suất đỉnh trên trung bình (PAPR),.... Hiện nay, DVB-T2 là hệ thống DTTB tiên tiến nhất với hiệu suất phổ tần cao, chất lượng cao và cấu hình linh hoạt [3], [5].

Tiêu chuẩn DVB-T2 đã được triển khai rộng rãi tại các nước phát triển như Anh, Thụy Điển, Phần Lan, Singapo, ... và đang có xu hướng lan rộng [6], [7]. Tại Việt Nam, năm 2010, Công ty Cổ phần nghe nhìn toàn cầu (AVG) đã chính thức khai trương mạng truyền hình số mặt đất theo tiêu chuẩn DVB-T2, cung cấp hơn 50 kênh truyền hình, trong đó đã cung cấp một số kênh có độ phân giải cao HDTV. Đài truyền hình Việt Nam (VTV) cũng đã phát sóng thử nghiệm truyền hình số mặt đất theo tiêu chuẩn DVB-T2 tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh [9]. Theo Đề án số hóa truyền dẫn, phát sóng truyền hình mặt đất đến năm 2020 của Việt Nam, tiêu chuẩn truyền hình số mặt đất được lựa

chọn là DVB-T và các phiên bản tiếp theo, áp dụng thống nhất tiêu chuẩn mã hóa hình ảnh và âm thanh MPEG-4 [11].

Với địa hình, sự phân bố dân cư và hiện trạng cơ sở hạ tầng của tỉnh Quảng Ninh, việc triển khai số hóa truyền dẫn phát sóng trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh hết sức phức tạp. Những điểm bị che khuất do đồi núi cao, các vùng lõm không thu được sóng truyền hình số mặt đất có thể thực hiện thu qua vệ tinh bằng đầu thu DTH (Direct to Home) hoặc mạng cáp (CATV) [11], [12], [13]. Hệ thống khi triển khai cũng cần khắc phục được các lỗi kỹ thuật như dịch tần, lỗi dữ liệu, trôi và trễ thời gian, giao thoa,... [1], [2] do đó cần thiết phải nghiên cứu kết hợp khảo sát thực tế kỹ càng để lựa chọn giải pháp phù hợp. Dưới đây sẽ trình bày cụ thể về một giải pháp triển khai mạng truyền hình quảng bá số theo tiêu chuẩn DVB-T2 đề xuất ứng dụng cho Quảng Ninh.

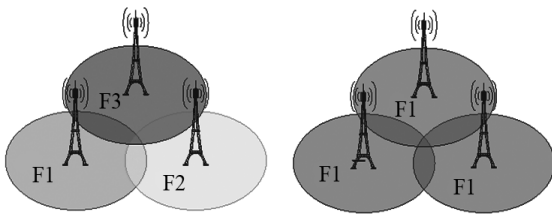
2. Giải pháp xây dựng mạng truyền hình quảng bá số tại Quảng Ninh

2.1. Mô hình phủ sóng truyền hình số mặt đất theo tiêu chuẩn DVB-T2

Do địa hình tỉnh Quảng Ninh trải dài trên 300km, có địa hình phức tạp (nhiều núi đồi cao, biển đảo ngăn cách các vùng) nên cần phải phân chia thành nhiều phủ sóng khác nhau, mô hình phát sóng cần phải lựa chọn sao cho phù hợp giữa đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật và tiết kiệm chi phí.

Theo thiết kế truyền thống, để đảm bảo một

vùng phủ sóng chắc chắn, ngăn ngừa hiện tượng giao thoa giữa các tín hiệu truyền hình số được phát thường thực hiện phương án phát sóng mạng đa tần (MFN) [3], [14]. Tuy nhiên việc này gây ảnh hưởng tới quỹ tần số của quốc gia và không mang lại hiệu quả kinh tế. Mặt khác, theo các tài liệu nghiên cứu và các kết quả đo đạc của một số đài truyền hình đã triển khai (VTV, VTC, AVG), vùng phủ sóng của một trạm phát không vượt quá 25km, vì vậy chi phí triển khai và khai thác cho phát sóng mạng đa tần (MFN: Multi Frequency Network) đắt hơn nhiều so với phát sóng mạng đơn tần (SFN: Single Frequency Network). Hình 1 minh họa hai mô hình này.



Phát sóng mạng đa tần - MFN Phát sóng mạng đơn tần - SFN
Hình 1. Mô hình phát sóng mạng đa tần và đơn tần

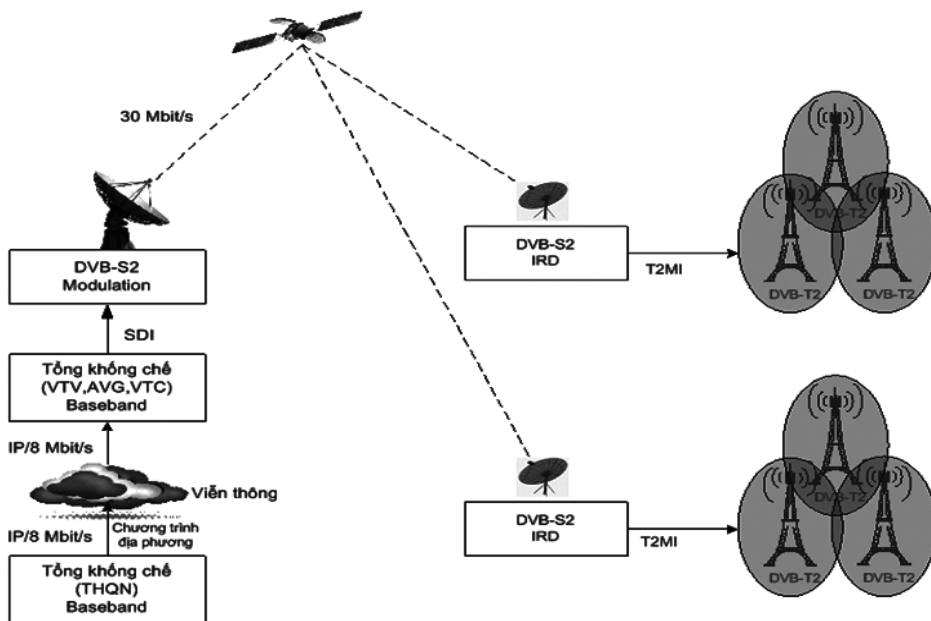
Với đặc điểm địa hình tỉnh Quảng Ninh, việc phủ sóng truyền hình số mặt đất mạng đa tần để đạt được trên 95% dân số của tỉnh xem được Truyền hình Quảng Ninh, dự kiến cần đầu tư trên 30 máy phát hình số có công suất từ 300W đến 2kW và phát

với nhiều tần số khác nhau. Điều này là khó thực hiện do Truyền hình Quảng Ninh không được cấp tần số phát sóng truyền hình số mặt đất [8], [10]. Khi đó, Truyền hình Quảng Ninh sẽ phải lựa chọn thuê các đơn vị truyền dẫn, phát sóng số như VTV, VTC, AVG, RTB. Ngoài ra sẽ gặp phải một số khó khăn khác như:

- Phải lắp đặt nhiều trạm phát hình số nên tốn nhiều quỹ tần số của quốc gia;
- Vùng phủ sóng phải chắc chắn tránh để giao thoa tần số vì sẽ ảnh hưởng đến chất lượng tín hiệu;
- Phương thức truyền dẫn tín hiệu qua vệ tinh chi phí cao, chất lượng tín hiệu chịu ảnh hưởng thời tiết môi trường, độ trễ;
- Phương thức truyền dẫn tín hiệu qua mạng viễn thông chi phí cao, chất lượng đường truyền, độ trễ truyền dẫn, đồng bộ tốc độ bit.

Với các lý do trên mô hình phát sóng đơn tần (SFN) là giải pháp được khuyến nghị lựa chọn để tận dụng khả năng khắc phục tối đa các “điểm lờm” khi phủ sóng. Ngoài ra, công nghệ truyền dẫn DVB-T2 kết hợp với kỹ thuật nén H.264/AVC sẽ được áp dụng khi triển khai mạng truyền hình mới, có thể tận dụng cơ sở hạ tầng của các Đài Truyền thanh-Truyền hình cấp huyện, thị, thành phố để giảm chi phí đầu tư.

Mô hình cấu trúc mạng SFN được đề xuất áp dụng cho Quảng Ninh đưa ra trên Hình 2.

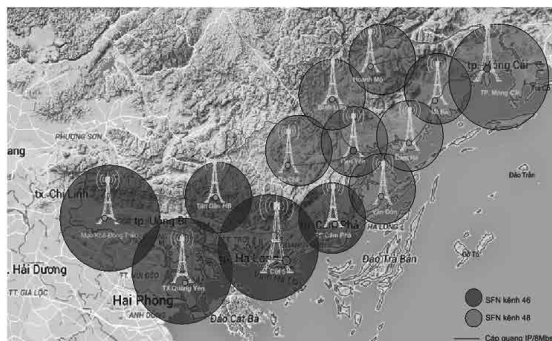


Hình 2. Mô hình cấu trúc của mạng truyền dẫn, phát sóng đơn tần

Theo chương trình phủ sóng số mặt đất của RTB cho tỉnh Quảng Ninh chủ yếu tập trung ở thành phố Hạ Long, Cẩm Phả, Uông Bí và theo quy hoạch truyền dẫn phát sóng số giai đoạn trước năm 2016

của VTV, VTC và AVG, diện phủ sóng của các đơn vị chỉ tập trung ở các thành phố lớn và khu đông dân cư trên toàn quốc, do đó chưa đáp ứng được cho các khu vực Miền Đông, vùng cao, biên giới hải đảo

[13]. Để đáp ứng được cho các khu vực này, Đài phát thanh Truyền hình Quảng Ninh phải xây dựng mô hình phát sóng và triển khai trên 2 mạng đơn tần kênh 46 và kênh 48. Số lượng máy phát hình số (dự kiến) cần 4 máy 2KW và 9 máy 500W với độ cao cột Anten phát sóng tùy thuộc vào điều kiện địa hình từng trạm phát (từ 40m-125m) như minh họa trên Hình 3. Giải pháp về truyền dẫn là thuê hạ tầng cáp quang băng thông rộng (IP/8Mbps) của các công ty viễn thông.



Hình 3. Mô hình bản đồ phát sóng SFN của truyền hình Quảng Ninh

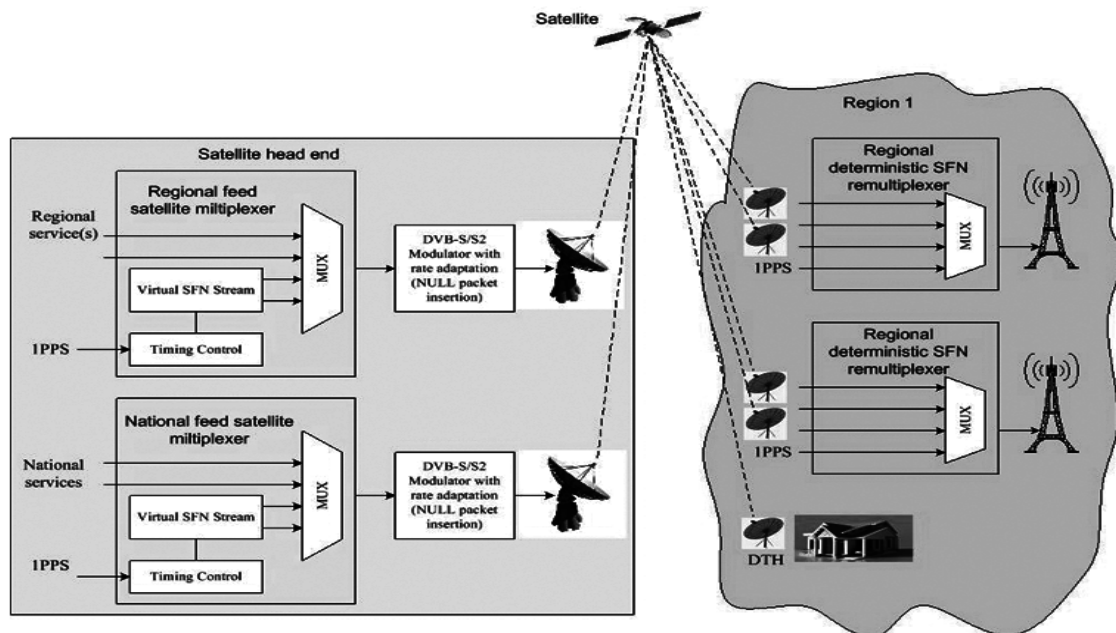
Áp dụng mô hình truyền sóng SFN như trình bày ở trên sẽ cho khả năng mở rộng hệ thống truyền hình số DVB-T2 với sự linh hoạt cao, chất lượng phủ sóng đồng đều, tiết kiệm năng lượng, giảm chi phí đầu tư. Ngoài ra còn tạo tiền đề thuận lợi để ứng dụng hệ thống SFN cho việc định vị các đối tượng (đây là điều mà các hệ thống phát đa tần thực hiện rất phức tạp) do tính chất hoạt động điều chế đồng

bộ trên toàn hệ thống của SFN. Đồng thời giải quyết được vấn đề sử dụng hiệu quả nhất quỹ tần số và có thể tăng số trạm phát sóng lên linh hoạt, đảm bảo chất lượng phủ sóng tốt nhất mà không cần tăng công suất phát cũng như độ cao của anten phát.

Ngoài những ưu điểm cơ bản trên mạng SFN còn cho thấy nhiều điểm nổi trội so với mạng MFN như: công suất tiêu thụ nguồn toàn hệ thống ít hơn; giảm thiểu lỗi dịch tần do hiệu ứng Doppler; lỗi truyền phát dữ liệu cũng được giảm nhỏ; trễ và sai số theo thời gian ít hơn do giảm được cự ly từ đài phát tới các máy thu; giao thoa trong hệ thống giảm,...

2.2. Mô hình kết nối tín hiệu truyền hình số vệ tinh DTH với hệ thống truyền hình số mặt đất DVB-T2

Sơ đồ giải pháp ghép kênh Deterministic Remultiplexing trong khu vực mạng phát sóng đơn tần đưa ra trên Hình 4. Trong đó, tổng không chế chính (Main Dead-End) sẽ nhận tín hiệu cung cấp từ ít nhất 1 nguồn, mỗi nguồn được ghép chung vào bộ ghép kênh tham khảo bởi tín hiệu định thời chung 1PPS (A pulse per second-một xung mỗi giây). Mỗi bộ ghép kênh chứa một bộ thích ứng SFN ảo (Virtual SFN Stream). Ở đó mỗi bộ thích ứng tạo ra dòng truyền SFN ảo chỉ rõ cấu trúc khối xác định hệ thống được dùng tại vùng SFN nhận ở xa. Chèn gói đánh dấu định thời (TMP: Time Marker Packets) trong dòng SFN ảo, TMP bao gồm thông tin định thời được liên quan đến tín hiệu tham khảo 1PPS (ở đây TMP có đáp ứng tần số so với tần số khối truyền dẫn của dòng SFN).



Hình 4. Ghép kênh Deterministic Remultiplexing trong khu vực mạng phát sóng đơn tần

Đặc trưng của mạng truyền hình số mặt đất DVB-T2 chứa đựng từ 3 đến 7 bộ ghép kênh, mỗi bộ ghép kênh mang khoảng 12 chương trình SDTV hoặc 4 chương trình HDTV và một vài dịch vụ Radio.

Giải pháp ghép kênh Deterministic Remultiplexing thực hiện chuyển đổi tín hiệu vệ tinh DVB-S2 thành một dòng truyền tương thích với SFN (dòng DVB-T2-MI). Giải pháp này mô tả quá trình bộ ghép kênh DVB-T2 nhận tín hiệu đầu vào DVB-S2 tái tạo lại tín hiệu tại tổng khống chế (Head-End) hoặc trạm phát lên vệ tinh (Uplink site). Tại tổng khống chế/ Uplink site. Một TS (Transport Stream-dòng chuyển tải) được xử lý trước khi nó được trộn và điều chế thành tín hiệu DVB-S2. Tín hiệu đầu vào DVB-S2 tương thích đầy đủ với Set-Top-Box S2 và dùng cho mục đích DTH. Tại mỗi trạm phát sóng số mặt đất, tín hiệu DVB-S2 thu được giải trộn và xử lý để tạo ra tín hiệu ghép DVB-T2 thích ứng tốc độ, đồng bộ và tạo ra dòng truyền tải T2-MI.

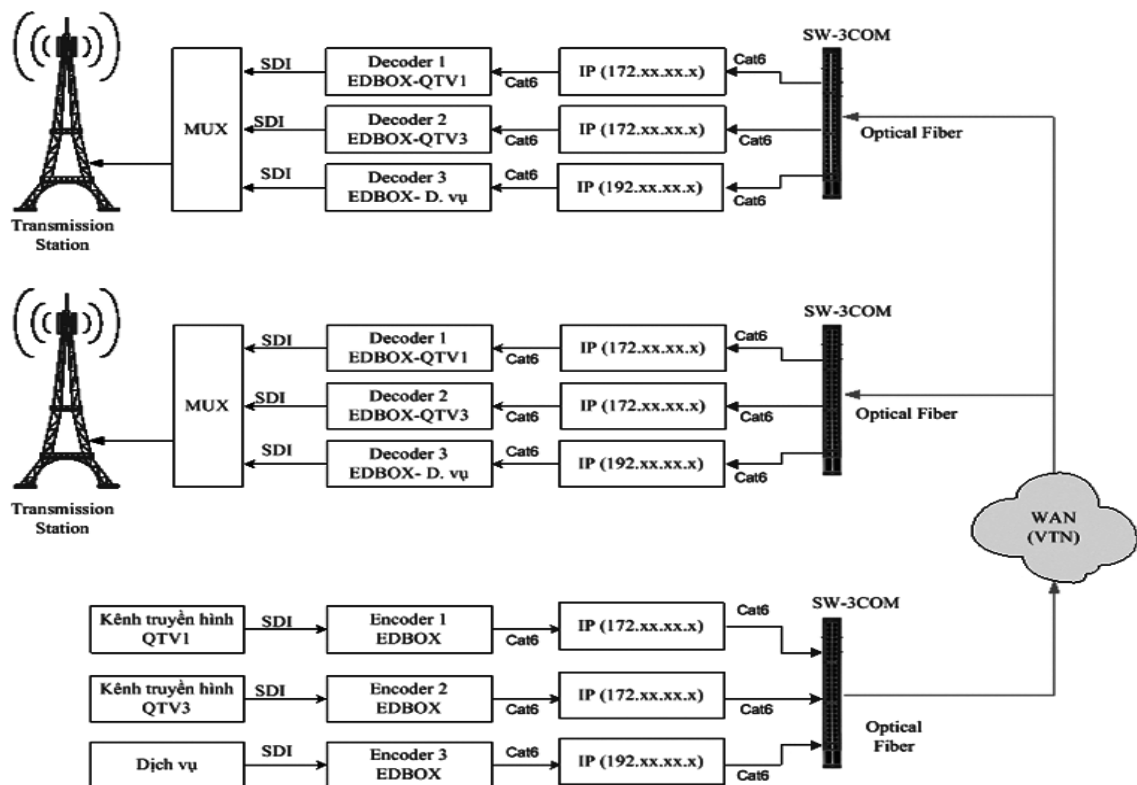
Tại các trạm máy phát mạng khu vực sẽ nhận ít nhất 1 dòng truyền tải cho đầu vào bộ giải mã ghép kênh Deterministic Remultiplexer, rút trích thông tin định thời từ gói TMP trong dòng truyền ảo SFN để xuất ra dòng SFN đầy đủ cho các bộ điều chế trong mạng SFN. Việc chèn chương trình địa phương vào hệ thống được giải quyết thông qua giải pháp trung tâm hoặc ghép kênh khu vực. Với phương pháp trung tâm, chương trình quốc gia và

tất cả các chương trình khu vực và kết nối SI được gửi đến tất cả các trạm khu vực ở đó chương trình khu vực tương ứng và dữ liệu đáp ứng được rút trích. Đây là phương pháp ghép kênh thông thường như phương pháp ghép kênh FAT tốc độ bit từ 70Mbps đến 100Mbps.

Ghép kênh Deterministic Remultiplexer là một công cụ đa năng, có thể linh hoạt thực hiện trộn nhiều dịch vụ từ nhiều dòng truyền tải, nhiều thành phần khác nhau, ánh xạ lại gói PID và xử như bộ ghép kênh thông thường.

2.3. Mô hình kết nối tín hiệu mạng quang/IP cho hệ thống truyền hình số mặt đất DVB-T2

Sơ đồ kết nối mạng quang/IP cho hệ thống DVB-T2 đưa ra trên Hình 5. Trong sơ đồ này, tín hiệu truyền hình Quảng Ninh SDI cùng các nguồn tín hiệu dịch vụ khác sau khi qua bộ mã hóa Encoder EDBOX nén dưới dạng số H264 (MP4) sẽ được truyền đến bộ Switch 3COM định địa chỉ IP và được truyền qua Module quang. Tiếp theo, tín hiệu được truyền đến mạng WAN của nhà cung cấp dịch vụ viễn thông đến các trạm phát sóng của 14 huyện, thị xã, thành phố trong tỉnh Quảng Ninh. Tại các trạm phát sóng địa phương sẽ sử dụng giải pháp ghép kênh Deterministic Remultiplexing trong khu vực mạng phát sóng đơn tần. Như vậy, hệ thống có thể ghép nhiều nguồn tín hiệu trên đường truyền quang cho phép tiết kiệm băng thông.



Hình 5. Sơ đồ kết nối mạng quang/ IP cho hệ thống DVB-T2

2.4. Mô hình hệ thống sản xuất và phát sóng số DVB-T2

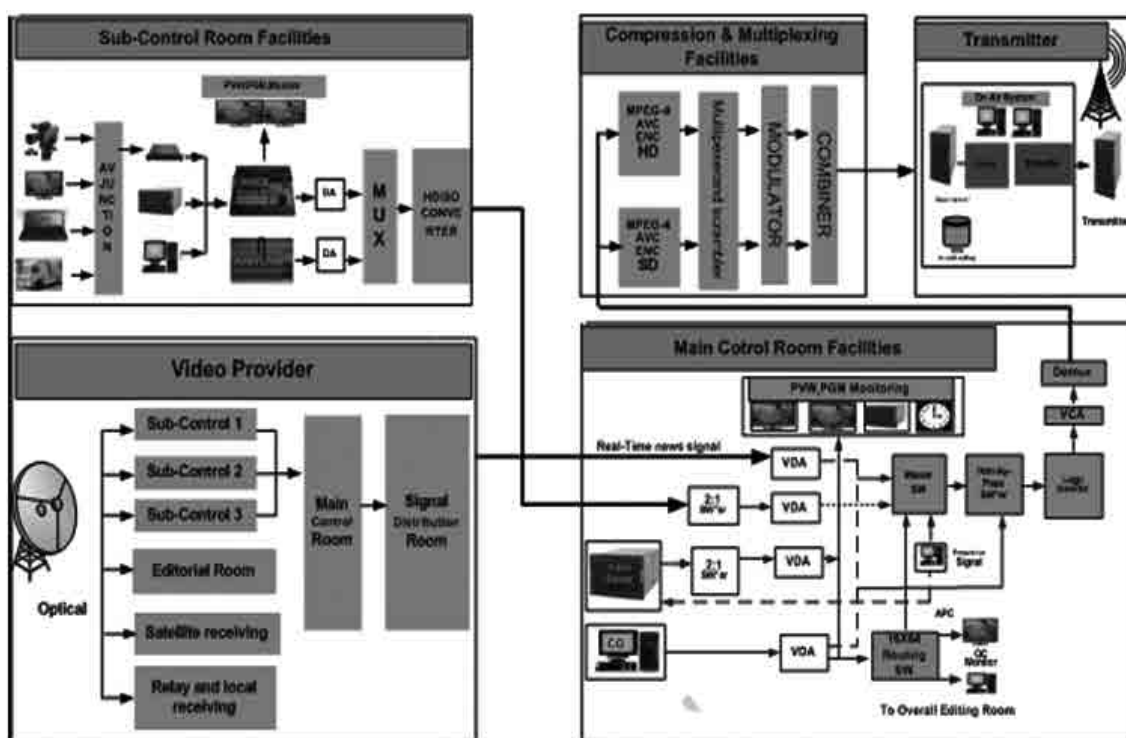
Mô hình hệ thống sản xuất chương trình, truyền dẫn và phát sóng số được đề xuất như Hình 6. Trong sơ đồ này, khối Sub-Control Room Facilities sẽ tiếp nhận các tín hiệu đầu vào bao gồm: dữ liệu quay các chương trình bên ngoài như thời sự, chính trị, văn hóa, thể thao,... và được Capture vào hệ thống Server lưu trữ chương trình theo từng chuyên mục riêng biệt. Ngoài ra, còn nhận các tín hiệu từ xe truyền hình lưu động quay ngoài hiện trường, tín hiệu từ trường quay hoặc các chương trình từ các tổ chức xã hội hóa hoặc từ trên mạng Internet.

Khối Video Provider là bộ phận nhận tín hiệu các chương trình phát lại từ các kênh được mua bản quyền của nước ngoài, phim HD và ca nhạc, các chương trình liveshow quốc tế thông qua chảo thu vệ tinh. Qua hệ thống quản lý và biên tập chương trình rồi đưa qua hệ thống khối Main Control để lựa chọn và biên tập thời lượng phát sóng.

Khối Main Control Room tiếp nhận các nguồn tín hiệu từ các khối trên, các nguồn tín hiệu đầu vào từ các chương trình được biên tập lại hoặc các chương trình được thực hiện trực tiếp. Biên tập dàn dựng lại các chương trình cần thiết, lồng ghép các tín hiệu khác như các băng chữ, các tài liệu, tư liệu bên ngoài và xem trước các nguồn tín hiệu trước khi phát sóng. Lồng ghép logo của Đài truyền hình và thực hiện tách các nguồn tín hiệu trước khi mã hóa.

Khối Compression and Multiplexing Facilities thực hiện mã hóa luồng dữ liệu TS (mã hóa MPEG-4), thực hiện ghép các luồng dữ liệu, tráo بیت, tráo thời gian, ghép mã nội, mã ngoại. Sau đó luồng tín hiệu được điều chế theo phương pháp OFDM để truyền đi.

Khối Transmitting là bộ phận phát sóng bao gồm Server, bộ phận điều chế sóng mang cao tần để phát sóng.



Hình 6. Mô hình sơ đồ khối hệ thống sản xuất và truyền dẫn phát sóng số DVB-T2 cho 1 kênh HDTV và 1 kênh SDTV

3. Kết luận

Với các quốc gia bắt đầu triển khai truyền hình số có rất nhiều nước lựa chọn chuẩn DVB-T2. Với các nước ASEAN, trong đó có Việt Nam đều đã triển khai các hệ thống theo chuẩn DVB-T thì việc phát triển lên DVB-T2 là tất yếu do tính ổn định, cạnh tranh cao của chuẩn này. Các dự án DVB-T2

thử nghiệm tại Việt Nam đã cho thấy khả năng đổi mới, thành công trong lĩnh vực quảng bá nội dung số. Theo chỉ đạo của chính phủ, đến năm 2020, các hệ thống truyền hình của Việt Nam sẽ phải hoàn thành số hóa. Mặc dù vậy, việc triển khai trên diện rộng hệ thống này gặp phải không ít khó khăn do đặc thù riêng của mỗi khu vực. Đối với các vùng có

địa hình phức tạp như Quảng Ninh, việc triển khai hệ thống cần được tính toán kỹ lưỡng để đảm bảo chất lượng và mức độ đầu tư tài chính hợp lý. Giải pháp đề xuất cho hệ thống quảng bá truyền hình số định hướng ứng dụng cho Quảng Ninh trên đây được xây dựng với mô hình phủ sóng SFN, sử dụng các máy phát số có công suất khác nhau để tối ưu

hóa vùng phủ sóng và tiết kiệm chi phí. Đối với một số “vùng lõm” có số lượng thuê bao ít (vùng sâu, xa) có thể sử dụng dịch vụ DTH. Các “vùng lõm” ở đô thị cần cân nhắc giữa việc tăng công suất máy phát hay sử dụng mạng cáp [15] để khắc phục cho hài hòa giữa cung cấp dịch vụ và chi phí đầu tư.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Recommendation ITU-R BT.1877, “Error-Correction, Data Framing, Modulation and Emission Methods for Second Generation of Digital Terrestrial Television Broadcasting Systems” May 2010.
- [2]. Recommendation ITU-R BT. 1306-6, “Error-Correction, Data Framing, Modulation and Emission Methods for Digital Terrestrial Television Broadcasting”, Dec. 2011.
- [3]. Report ITU-R BT.2140-4, “Transition from Analogue to Digital Terrestrial Broadcasting”, Oct.2011.
- [4]. ETSI EN 301 192, “Digital Video Broadcasting, DVB Specification for Data Broadcasting”.
- [5]. Technical Review, Asia-Pacific Broadcasting Union - ABU ETSI EN 302 755, “Digital Video Broadcasting (DVB); Frame Structure Channel Coding and Modulation for A Second Generation Digital Terrestrial Television Broadcasting System (DVB-T2)”, No 25 July-September 2012.
- [6]. Peter Siebert, DVB Project Office, “DVB: Developing Global Television Standards for Today and Tomorrow”, Geneva Switzerland, 2011.
- [7]. Technical Review, “Asia-Pacific Broadcasting Union-ABU”, No 25 July-September 2012.
- [8]. Quyết định 2451/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ nước Cộng hòa XHCN Việt Nam ngày 27/12/2011 *Phê duyệt Đề án số hóa truyền dẫn phát sóng truyền hình mặt đất đến năm 2020*.
- [9]. Nghiên cứu thực trạng về số hóa truyền dẫn, phát sóng truyền hình mặt đất trên thế giới, ở Việt Nam và tại Truyền hình Quảng Ninh, VTV, VTC.
- [10]. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tín hiệu phát truyền hình kỹ thuật số DVB-T2 (QCVN 63: 2012/BTTTT; QCVN 64: 2012/BTTTT).
- [11]. Quy hoạch Phát thanh Truyền hình Quảng Ninh giai đoạn 2010-2015, định hướng đến năm 2020.
- [12]. Dự án mở rộng diện phủ sóng Phát thanh Truyền hình Quảng Ninh năm 2011.
- [13]. Tài liệu Hội thảo kinh nghiệm quốc tế về thực hiện số hóa truyền dẫn, phát sóng truyền hình mặt đất, ngày 20/12/2013 của VTV tổ chức tại TP Hạ Long tỉnh Quảng Ninh.
- [14]. Nguyễn Văn Hùng, “Nghiên cứu, xây dựng giải pháp số hóa hệ thống DVB-T2 định hướng ứng dụng cho tỉnh Quảng Ninh”, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên, 2015.
- [15]. Lương Ngọc Điền, “Nghiên cứu thiết kế mạng cáp DVB-C phủ sóng vùng lõm định hướng ứng dụng tại Quảng Ninh”, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên, 2016.

CONSTRUCTION MODEL OF DIGITAL TELEVISION BROADCASTING SYSTEM WITH DVB-T2 STANDARD FOR QUANG NINH

Abstract:

The second generation terrestrial digital video broadcasting (DVB-T2) with superior properties compared to the generation terrestrial digital video broadcasting (DVB-T) has confirmed that it is good method for high definition television (HDTV), 3D television (3DTV), and creating opportunities for expanding new services. Many countries around the world have researched and applied, and successfully deployed the DVB-T2 and have received good responses and support of television viewers. In Vietnam, the DVB-T2 has been also researched and successfully tested. However, the wide expansion of the DVB-T2 in the government scheme of the television digital until 2020 has been faced many difficulties on complex relief such as Quang Ninh province. The present paper presents a model solution of transmission systems, application-oriented broadcast for television in Quang Ninh with the DVB-T2.

Keywords: DTTB, DVB, DVB-T, DVB-T2, Quang Ninh television.