

ĐẶC TÍNH ANTEN THU TRUYỀN HÌNH SỐ MẶT ĐẤT KHU VỰC HẢI PHÒNG CHARACTERICS OF RECEIVER ANTENNA FOR DIGITAL TERRESTRIAL TELEVISION IN HAIPHONG AREA

TRẦN XUÂN VIỆT*, NGÔ XUÂN HƯỜNG, NGUYỄN THANH VÂN

Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

*Email liên hệ: txviet@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu thiết kế, chế tạo, thử nghiệm và đo kiểm Anten thu tín hiệu truyền hình số mặt đất. Kết quả nghiên cứu ứng dụng trực tiếp để thiết kế, lắp đặt Anten thu tín hiệu truyền hình số mặt đất ở khu vực Hải phòng, nhưng cùng với phương pháp được nêu ra trong bài báo, có thể áp dụng để thiết kế, chế tạo các anten thu tín hiệu truyền hình số mặt đất ở các khu đô thị khác.

Từ khóa: Anten UHF, Truyền hình số mặt đất.

Abstract

The paper presents the results of the research for design, manufacturing, and testing of digital terrestrial television receiving Antenna. Research results applied directly to fabricate terrestrial digital terrestrial receiving antenna in Haiphong area. The presented method can be applied to design and manufacture of terrestrial digital terrestrial receiving antennas in other urban areas.

Keywords: UHF antenna, digital terrestrial television.

1. Hệ thống kênh truyền hình số mặt đất khu vực Hải Phòng

Thực hiện Đề án số hóa truyền hình mặt đất của Bộ Thông tin Truyền thông, một lộ trình tắt sóng truyền hình mặt đất tương tự và phát triển truyền hình số mặt đất đã và đang được thực hiện trong phạm vi cả nước. Tới cuối năm 2018 hầu hết các tỉnh thành (trừ một số tỉnh vùng Tây Bắc và Tây Nguyên) đã có các hệ thống phát truyền hình số mặt đất. Hải Phòng là một trong năm thành phố trực thuộc trung ương thực hiện đề án ở giai đoạn đầu (2015-2016).

Trên địa bàn khu vực Hải Phòng hiện nay đã có thể thu được hàng trăm chương trình truyền hình số, cả SD (Standard Definition) và HD (High Definition), do nhiều Công ty dịch vụ truyền dẫn phát sóng truyền hình thực hiện. Đó là:

- Đài phát sóng VTV (Đài truyền hình Việt Nam) phát trên kênh 26 [2], đặt anten phát trên đồi Phù Liễn, phát 09 chương trình truyền hình từ VTV1HD đến VTV9HD.

- Đài phát sóng VTC (Tổng công ty truyền thông đa phương tiện) phát trên các kênh 29, 30, 31, 39 [2], anten phát cũng đặt trên đồi Phù Liễn, tích hợp hàng chục chương trình truyền hình VTC cả SD và HD cùng rất nhiều chương trình truyền hình chuyên đề khác.

- Đài phát sóng AVG (Công ty cổ phần nghe nhìn Toàn Cầu) phát trên các kênh 42, 43, 44, 45 [2] anten phát cũng vẫn đặt trên đồi Phù Liễn, tích hợp hơn một trăm chương trình truyền hình AVG (truyền hình trả tiền).

- Đài phát sóng DTV (Công ty cổ phần truyền hình số Miền Bắc) phát trên kênh 48 [2], anten phát đặt tại trụ sở Đài phát thanh truyền hình Hải Phòng (số 2 Nguyễn Bình), tích hợp hàng chục chương trình truyền hình các địa phương, trong đó có một số chương trình truyền hình HD.

Như vậy các đầu thu DVB-T2 tại khu vực Hải Phòng có thể thu được nhiều kênh truyền hình từ kênh 26 đến kênh 48, trong đó có nhiều chương trình quảng bá và một số chương trình khóa mã (trả tiền).

Tần số các kênh truyền hình mặt đất UHF được thể hiện trên Bảng 1, chẳng hạn: kênh 26 có dải thông từ 510 MHz đến 518 MHz, tần số trung tâm là 514 MHz, hay kênh 48 có dải thông từ 686 MHz đến 694 MHz, tần số trung tâm là 690 MHz.

Có hai phương án để thiết kế anten thu truyền hình số mặt đất khu vực Hải Phòng:

- Một là, thiết kế chế tạo anten dải rộng dạng anten Loga - chu kỳ để có thể thu đồng đều nhiều kênh truyền hình có tần số khác nhau trong dải thông yêu cầu.

- Hai là, lựa chọn tần số trung bình trong dải cần thu (giữa 514 MHz và 690 MHz) là 602 MHz để thực hiện cấu hình anten Yagi, 3 hoặc 5 chấu tử.

Tất nhiên, phương án hai đơn giản về mặt kết cấu, nhưng đặc tính tần số của anten thu không được đồng đều cho tất cả các kênh, nhất là các kênh ở xa tần số trung tâm. Phương án hai, tuy có kết cấu phức tạp hơn, nhưng cải thiện rõ rệt đặc tính tần số cho toàn dải thông yêu cầu.

Bài viết này trình bày nguyên tắc thiết kế, chế tạo và đo kiểm anten thu truyền hình số mặt đất dải

UHF áp dụng cho khu vực Hải Phòng, nhưng phương pháp nghiên cứu có thể áp dụng được cho cả địa phương khác.

Bảng 1. Bảng kênh truyền hình mặt đất UHF [1]

Băng tần	Kênh	ΔF (MHz)			Băng tần	Kênh	ΔF (MHz)		
		Fmin	Fmax	Fo			Fmin	Fmax	Fo
IV	21	470	478	474	V	42	638	646	642
	22	478	486	482		43	646	654	650
	23	486	494	490		44	654	662	658
	24	494	502	498		45	662	670	666
	25	502	510	506		46	670	678	674
	26	510	518	514		47	678	686	682
	27	518	526	522		48	686	694	690
	28	526	534	530		49	694	702	698
	29	534	542	538		50	702	710	706
	30	542	550	546		51	710	718	714
	31	550	558	554		52	718	726	722
	32	558	566	562		53	726	734	730
	33	566	574	570		54	734	742	738
	34	574	582	578		55	742	750	746
V	35	582	590	586	56	750	758	754	
	36	590	598	594	57	758	766	762	
	37	598	606	602	58	766	774	770	
	38	606	614	610	59	774	782	778	
	39	614	622	618	60	782	790	786	
	40	622	630	626	61	790	798	794	
	41	630	638	634	62	798	806	802	

2. Thiết kế anten thu truyền hình số khu vực Hải Phòng

Anten Loga chu kỳ là một loại anten dải rộng có thể thu đồng đều nhiều tần số có độ bao trùm rất lớn, tuy nhiên có kết cấu khá phức tạp, nhiều chấn tử, tiếp điện chéo từng cặp một, Hình 1 [3].

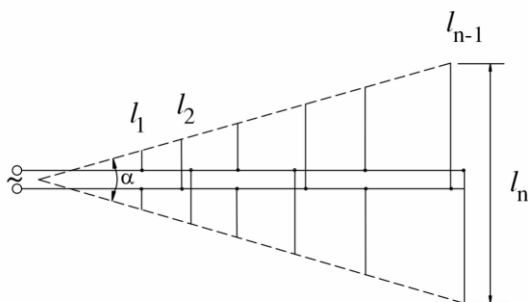
$$\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \frac{1,5}{1} \dots \frac{4}{1} \quad (1)$$

Với tham số kết cấu :

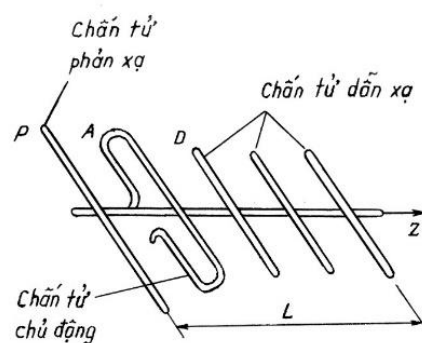
$$\tau = \frac{l_1}{l_2} = \frac{l_3}{l_4} = \dots = \frac{l_{n-1}}{l_n} \quad (2)$$

Như đã đưa ra ở trên, tại khu vực Hải Phòng, độ bao trùm dải tần kênh truyền hình số mặt đất chỉ khoảng 1,34 ($f_{\max} = 690$ MHz, $f_{\min} = 514$ MHz), nên sử dụng anten Loga chu kỳ không thật phù hợp mà kết cấu lại phức tạp. Anten Loga chu kỳ phù hợp với yêu cầu độ bao trùm dải tần tới 4 lần, thậm chí tới 10 lần, đặc biệt trong kỹ thuật đo cao tần.

Nên sử dụng kết cấu Anten Yagi thiết kế sử dụng tần số trung tâm là 602 MHz, tần số trung bình trong khoảng 514 MHz và 690 MHz, là phù hợp với yêu cầu hơn.



Hình 1. Kết cấu anten Loga chu kỳ [4]



Hình 2. Kết cấu anten Yagi [4]

Theo [4], trình tự tính toán hệ anten Yagi gồm 4 bước, tóm tắt như sau:

Bước 1: Ứng với vị trí các chấn tử và với giá trị điện kháng đã chọn, biên độ phức của dòng điện trong mỗi chấn tử sẽ được xác định khi giải hệ phương trình Kirchhoff đối với hệ (N + 2) chấn tử ghép.

$$\begin{bmatrix} (R_{pp} + iX_p) & Z_{pA} & Z_{p1} & \dots & Z_{pN} \\ Z_{Ap} & (R_{AA} + iX_A) & Z_{A1} & \dots & Z_{AN} \\ Z_{1p} & Z_{A1} & (R_{11} + iX_1) & \dots & Z_{1N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{Np} & Z_{NA} & Z_{Np} & \dots & (R_{NN} + iX_N) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_p \\ I_A \\ I_1 \\ \dots \\ I_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ U \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Trong đó: - $R_{pp}, R_{AA}, R_{11}, R_{22} \dots R_{NN}$ là phần thực của trở kháng riêng của chấn tử phản xạ, chấn tử chủ động và các chấn tử dẫn xạ.

- $Z_{pA} = Z_{Ap}, Z_{p1} = Z_{1p}, Z_{A1} = Z_{1A}, \dots, Z_{nk} = Z_{kn}$ là các trở kháng tương hỗ, có thể được xác định theo công thức của lý thuyết anten.

Bước 2: Theo các trị số dòng điện tìm được khi giải hệ phương trình (3) sẽ tìm được hàm phương hướng tổ hợp.

$$f_k(\phi) = \frac{I_p}{I_A} e^{ikz_p \cos \phi} + 1 + \sum_{n=1}^N \left(\frac{I_n}{I_A} \right) e^{ikz_n \cos \phi} \quad (4)$$

Trong đó ϕ là góc giữa trục anten và hướng của điểm khảo sát.

Bước 3: Tìm trở kháng vào của chấn tử chủ động khi có ảnh hưởng tương hỗ của các chấn tử thụ động.

$$Z_{VA} = R_{VA} + iX_{VA} = \frac{I_p}{I_A} Z_{pA} + R_{AA} + iX_A + \frac{I_1}{I_A} Z_{1A} + \dots + \frac{I_N}{I_A} Z_{NA} \quad (5)$$

Trị số X_A sẽ được chọn theo điều kiện để đảm bảo $X_{VA} = 0$.

Bước 4: Tính hệ số định hướng của anten ở hướng trục theo công thức:

$$D(\phi = 0^0) = \frac{D_1 R_{11} \left[f_k(\phi = 0^0) \right]^2}{R_{VA}} \quad (6)$$

Trong đó $D_1 = 1,64$ là hệ số định hướng của chấn tử nửa sóng, $R_{11} = 73,1$ là điện trở riêng của chấn tử nửa sóng.

Tuy nhiên, gần đúng và thực tế chấp nhận được, có thể xây dựng tham số kết cấu Anten Yagi theo các công thức thực nghiệm (7) [3], gồm L_i là độ dài chấn tử thứ i (trong đó chấn tử chủ động có chỉ số 0, chấn tử phản xạ có chỉ số 1, các chấn tử dẫn xạ có chỉ số từ 2 trở lên), d_i là khoảng cách tới chấn tử chủ động, còn a_i là đường kính chấn tử.

$$\left. \begin{aligned} L &= [L_1, L_0, L_2, \dots, L_n] \\ d &= [d_1, d_0, d_2, \dots, d_n] \\ a &= [a_1, a_0, a_2, \dots, a_n] \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Với số chấn tử là 3 hoặc 5, thường chọn các tham số kết cấu anten Yagi (tính theo bước sóng λ) như trong [3]:

$$\left. \begin{aligned} L &= [0.51, 0.49, 0.43, \dots, 0.43] \\ d &= [-0.25, 0, 0.31, \dots, 0.31] \\ a &= 0.003 * [1, 1, 1, \dots, 1] \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Cụ thể với $f = 602$ MHz, $\lambda \sim 50$ cm tham số kết cấu của anten Yagi như trong Bảng 2.

Bảng 2. Tham số kết cấu của Anten Yagi ứng với tần số 602 MHz

Anten Yagi 3 chấn tử	Anten Yagi 5 chấn tử
$L = [25, 24, 21]$ $d = [-12.5, 0, 15.5]$ cm $a = 0.2$	$L = [25, 24, 21, 21, 21]$ $d = [-12.5, 0, 15.5, 15.5, 15.5]$ cm $a = 0.2$

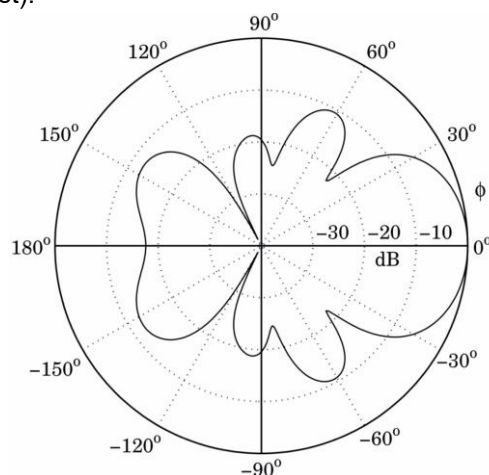
3. Đo kiểm Anten Yagi dải UHF

Mô hình thí nghiệm đo đặc tính phương hướng của anten Yagi trong phòng thí nghiệm như trên Hình 3a, bao gồm:

- 01 thiết bị phát sóng dải tần UHF (470 MHz - 806 MHz),
- 01 thiết bị đo cường độ trường cảm ứng (RF detector),
- 01 anten Yagi loại 5 chấn tử,
- 01 anten thu loại vòng dẹt và,
- 02 trụ đỡ anten (transmitting mast, receiving mast).



Hình 3a. Mô hình thí nghiệm đo đặc tính phương hướng của anten Yagi 5 chấn tử



Hình 3b. Đặc tính phương hướng của anten Yagi 5 chấn tử ($f = 602 \text{ MHz}$)

Từ dữ liệu thí nghiệm xây dựng được giản đồ hướng như trên Hình 3b, với thông số kết cấu anten như trong Bảng 2 và tần số đo kiểm là 602 MHz. Đặc tính phương hướng có cực đại ở hướng $\phi = 0^\circ$, ở hướng ngược lại ($\phi = 180^\circ$) cường độ trường tín hiệu giảm đi 18 dB, tuy nhiên cũng cần để ý có hai hướng ($\phi = 120^\circ$, $\phi = -120^\circ$) suy giảm 'không'. Ở các tần số đo kiểm khác (tần số thay đổi, bước sóng thay đổi, kích thước kết cấu anten cũng thay đổi theo), chẳng hạn 514 MHz (kênh 26) hay 690 MHz (kênh 48), đặc tính phương hướng cũng có thay đổi, nhưng vẫn gần tương tự đặc tính phương hướng Hình 3b.

4. Kết luận

Hệ thống các đài phát truyền hình số mặt đất trên địa bàn khu vực thành phố Hải Phòng gồm nhiều chương trình phát sóng với 10 kênh tần số ở dải UHF từ 514 MHz (kênh 26) đến 690 MHz (kênh 48), được 04 Công ty (Trung tâm) dịch vụ truyền dẫn phát sóng truyền hình thực hiện.

Giải pháp xử dụng anten thu sóng truyền hình số mặt đất hợp lý nhất là anten Yagi, loại 3 hoặc 5 chấn tử, với các tham số kết cấu như trong Bảng 2, tần số trung tâm là 602 MHz.

Lưu ý lắp đặt anten: chú ý hướng chính của anten ($\phi = 0$) nên là phân giác của góc tạo bởi hướng tới hai vị trí đài phát xa nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bộ Thông tin truyền thông, *Quy hoạch sử dụng kênh tần số cho truyền hình mặt đất băng tần UHF (470-806) MHz*, Thông tư 26/2013/TT-BTTTT, Hà Nội, 27/12/2013.
- [2] Bộ Thông tin Truyền thông, *Kế hoạch chuyển đổi kênh tần số truyền hình mặt đất*, Quyết định 1761/QĐ-BTTTT, Hà Nội, 17/10/2017.
- [3] Sophocles J. Orfanidis, *Electromagnetic Waves and Antennas*, www.ece.rutgers.edu/~, 2004
- [4] Phan Anh, *Lý thuyết và Kỹ thuật Anten*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2007.

Ngày nhận bài: 28/3/2019
Ngày nhận bản sửa: 24/4/2019
Ngày duyệt đăng: 03/5/2019