

대수주기 벤트 다이폴 안테나의 복사특성

Radiation Characteristics of Log-Periodic Bent Dipole Antennas

최 학 근 · 김 선 표 · 임 성 빈

Hak-Keun Choi · Seon-Pyo Kim · Seong-Bin Lim

요 약

본 논문에서는 대수주기 다이폴 안테나(LPDA: Log-Periodic Dipole Antennas)의 크기를 줄이기 위해 다이폴 소자를 벤트 다이폴 소자로 대체한 대수주기 벤트 다이폴 안테나(LPBDA: Log-Periodic Bent Dipole Antennas)를 제안하였다. 1 GHz~3 GHz 사이에서 동작하는 LPBDA를 설계하고 모멘트법을 이용하여 복사특성을 해석하여 LPDA의 특성과 비교·검토하였다. 그 결과 본 논문에서 제시한 LPBDA는 다이폴 소자의 길이를 약 20% 줄이면서도 복사특성이 LPDA와 비교하여 거의 차이가 없는 것으로 나타났으며, 제작 측정된 LPBDA의 특성도 계산 결과에 근접했다.

Abstract

In this paper Log-Periodic Bent Dipole Antenna(LPBDA), which is composed of bent dipole elements instead of dipole elements, is proposed to reduce the size of Log-Periodic Dipole Antenna(LPDA). LPBDA for the operating frequency band of 1 GHz~3 GHz is designed and its radiation characteristics are analyzed by the moment method, and compared with radiation characteristics of LPDA. It is shown that although LPBDA decreases in size by about 20%, radiation characteristics of LPBDA are similar to radiation characteristics of LPDA. Calculated results show good agreement with measured results.

Key words : Log-Periodic Dipole Antenna, Bent Dipole, Log-Periodic Bent Dipole Antenna

I. 서 론

대수주기 안테나는 임피던스와 복사 특성이 주파수의 대수로서 주기적으로 반복하는 구조적 형태를 가지는 안테나이다. 주파수 대역에 걸친 특성 변화가 크지 않아 주파수 독립 안테나로 간주되며, 1957년 G. H. DuHamamel과 D. E. Isabell에 의해 제안되었다^{[1],[2]}. 그 후 대수주기 안테나의 형태는 톱니형 평면, 톱니형 썸기, 톱니형 사다리꼴, 사다리꼴 도선, 사다리꼴 썸기 도선, 지그재그형 도선 등으로 그 형태가 꾸준히 연구 개발되었다^{[1],[2]}.

구조가 간단하여 대수주기 안테나로서 가장 널리

사용되고 있는 대수주기 다이폴 배열 안테나(LPDA : Log-Periodic Dipole Antennas)는 1961년 Carrel에 의하여 처음 해석되었다^{[2],[3]}. 이후 LPDA 특성 개선을 위한 안테나 형태나 복사소자의 변화도 꾸준히 연구되면서 구조에 따른 이득과 빔폭 특성 그리고 설계 방법 등이 제시되었다^{[4]~[8]}.

일반적인 LPDA는 설계 파라미터인 대수주기비 (scaling factor) τ 와 간격정수(spacing factor) σ , 사용 주파수 대역폭에 따라 그 크기가 결정된다. 대수주기 다이폴 안테나는 τ 가 클수록, σ 가 클수록, 즉 안테나 붐의 길이가 길수록 안테나의 이득이 높고 정재파 특성이 양호해진다.

「이 연구는 2003학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.」

단국대학교 전자컴퓨터학부(School of Electronics Eng. and Computer Sci., Dankook University)

· 논문 번호 : 20030822-118

· 수정완료일자 : 2003년 10월 8일

본 논문에서는 LPDA의 특성을 크게 변화시키지 않으면서 공간적 활용도를 높이기 위하여 다이폴 소자 대신에 벤트 다이폴(bent dipole)을 사용한 대수주기 벤트 다이폴 안테나(LPBD: Log-Periodic Bent Dipole Antennas)를 제안한다. 제안한 안테나의 타당성을 고찰하기 위하여 1 GHz~3 GHz의 주파수에서 동작하는 LPBDA를 설계하고 회로망 해석법과 모멘트법^{[8]~[11]}을 이용하여 해석하고, 해석결과로부터 안테나의 이득, VSWR, 복사패턴 특성을 고찰하고 LPDA의 특성과 비교·검토한다. 또한 LPBDA를 제작하고 복사특성을 측정하여 계산결과와 비교한다.

II. 안테나 해석

그림 1은 LPBDA의 구조를 나타낸다. 그림 1에서 a_k 는 소자의 반경, L_k 는 소자의 수직 길이, H_k 는 수평 길이, d_k 는 소자의 간격, Y_T 는 종단어드미턴스, β 는 소자의 굽은 각(bent angle)이다. 대수주기 특성을 갖도록 하는 구조정수에는 다이폴 소자의 길이를 결정하는 정수 τ 와 간격을 결정하는 정수 σ 가 있으며 이는 다음과 같이 나타낸다.

$$\tau = \frac{L_{k+1}}{L_k} = \frac{H_{k+1}}{H_k} = \frac{a_{k+1}}{a_k} < 1 \quad (k=1, 2, 3, \dots, N-1) \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{d_k}{2L_k + 4H_k} = \frac{(1-\tau) \cot \alpha}{4} \quad (2)$$

여기서 α 는 LPBDA의 반개구각(half-flare angle)이다.

안테나의 해석은 Carrel이 제한한 회로망해석법과 모멘트법을 이용한다. 그림 1의 LPBDA는 그림 2와 같이 벤트 다이폴 소자계와 전송선로계가 서로 병렬

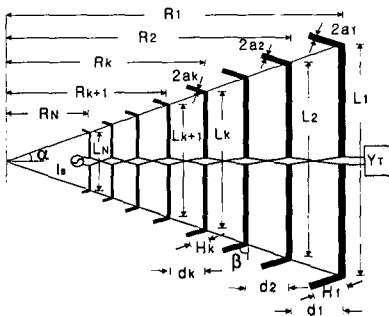


그림 1. LPBDA의 기하학적 구조
Fig. 1. Geometry of LPBDA.

접속되어 있다고 생각할 수 있다. 전송선로계의 전류 I_F 와, 전압 V_F 에 관한 회로방정식은 다음과 같이 표현된다.

$$[I_F] = [Y_F][V_F] \quad (3)$$

여기서, $[Y_F]$ 는 전송선로의 N 단자 회로망의 어드미턴스 행렬이고 그 원소는 다음과 같다^{[8],[9]}.

$$Y_{11F} = Y_T - jY_0 \cot kd_1$$

$$Y_{22F} = -jY_0(\cot kd_1 + \cot kd_2)$$

$$Y_{iiF} = -jY_0(\cot kd_{i-1} + \cot kd_i)$$

$$Y_{ijF} = Y_{jiF} = -jY_0 \csc kd_{N-1} \quad |i-j|=1$$

$$Y_{ijF} = Y_{jiF} = 0 \quad |i-j| \geq 2$$

$$Y_T' = Y_0 \frac{Y_T \cos kd_0 + jY_0 \sin kd_0}{Y_0 \cos kd_0 + jY_T \sin kd_0} \quad (4)$$

식 (4)에서 Y_0 는 전송선로의 특성어드미턴스, Y_T 는 전송선로의 종단어드미턴스, k 는 전송선로의 전파상수이고, d_1, d_2, \dots 는 소자와 소자 사이의 간격, d_0 는 L_1 으로부터 선로상의 부하의 위치를 나타내며 보통 $d_0 = (L_1 + 2H_1)/4$ 으로 한다^[9].

한편 벤트 다이폴 소자들과 전송선로는 병렬 접속되어 있으므로 다음 식이 성립된다.

$$[I_s] = [I_F] + [I_A] = [[Y_F] + [Y_A]][V_A] \quad (5)$$

여기서 $[I_s]$ 는 인가전류원을 나타내며 N 번째 원소를 제외하고는 모두 0이다. $[Y_A]$ 의 원소는 k 번째 벤트 다이폴 소자의 전류 I_{Ai} 와 j 번째 소자의 전압 V_{Aj} 의 어드미턴스관계 $Y_{Aij} = I_{Ai} / V_{Aj}$ 로부터 구성된다. 여기서 $[Y_A]$ 를 구하기 위하여 모멘트법을

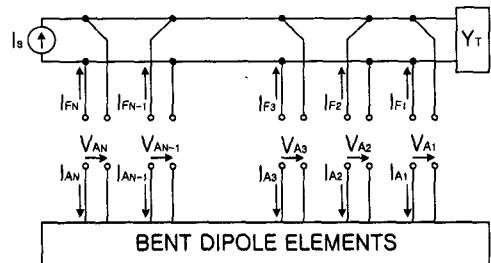


그림 2. LPBDA의 등가회로
Fig. 2. Equivalent circuit of LPBDA.

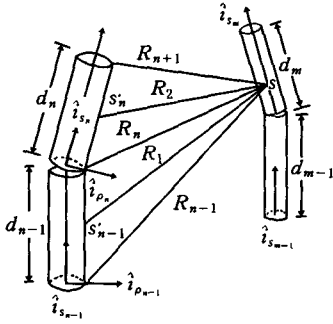


그림 3. 미소 다이폴과 좌표계
Fig. 3. Wire segments and coordinate.

적용한다. 그림 3은 LPBDA의 각각의 벤트 다이폴 소자를 M 개의 미소 다이폴로 나누었을 때 한 쌍의 미소 다이폴을 나타낸다. 미소 다이폴에서의 전류분포를 정현파분포

$$I_n(s') = I_n \begin{cases} \frac{\sin ks'_{n-1}}{\sin kd_{n-1}}, & 0 \leq s'_{n-1} \leq d_{n-1} \\ \frac{\sin k(d_n - s'_n)}{\sin kd_n}, & 0 \leq s'_n \leq d_n \end{cases} \quad (6)$$

으로 가정한다. 여기서 d_n 과 d_{n-1} 은 그림 3에 나타난 것처럼 n 번째 미소 다이폴의 상, 하 도체 길이이다.

N 개의 소자로 구성된 LPBDA를 각 소자마다 M 개의 미소 다이폴로 나누었을 때 전류에 대한 적분 방정식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_s^i = -\frac{1}{j\omega\epsilon} \sum_{n=1}^{M \times N} \left[\int_0^{d_{n-1}} I_n(s'_{n-1}) \left(\frac{\partial^2}{\partial s'^2_{n-1}} + k^2 \right) G(s, s'_{n-1}) \hat{i}_{s_{n-1}} \right. \\ \left. + \frac{\partial^2}{\partial \rho_{n-1} \partial s'_{n-1}} G(s, s'_{n-1}) \hat{i}_{\rho_{n-1}} ds'_{n-1} \right. \\ \left. + \int_0^{d_n} I_n(s'_n) \left(-\frac{\partial^2}{\partial s'^2_n} - k^2 \right) G(s, s'_n) \hat{i}_{s_n} \right. \\ \left. + \frac{\partial^2}{\partial \rho_n \partial s'_n} G(s, s'_n) \hat{i}_{\rho_n} ds'_n \right] \quad (7)$$

여기서

$$G(s, s'_{n-1}) = \frac{e^{-jkR_1}}{4\pi R_1}$$

$$G(s, s'_n) = \frac{e^{-jkR_2}}{4\pi R_2}$$

단, R_1, R_2 는

$$R_1 = \sqrt{(s - s'_{n-1})^2 + \rho_{n-1}^2}$$

$$R_2 = \sqrt{(s - s'_n)^2 + \rho_n^2}$$

식 (7)에 식 (6)을 대입하고 정리하면 다음과 같은 식이 얻어진다.

$$E_s^i = \sum_{n=1}^{M \times N} \left[-\frac{j30 I_n}{\rho_{n-1} \sin kd_{n-1}} \{ (j \sin kd_{n-1} - \cos kd_{n-1} (\hat{i}_{s_{n-1}} \cdot \hat{i}_{R_n})) e^{-jkR_n} \right. \\ \left. + (\hat{i}_{s_{n-1}} \cdot \hat{i}_{R_{n-1}}) e^{-jkR_{n-1}} \} \hat{i}_{\rho_{n-1}} \right. \\ \left. + \frac{j30 I_n}{\rho_n \sin kd_n} \{ (j \sin kd_n + \cos kd_n (\hat{i}_{s_n} \cdot \hat{i}_{R_n})) \right. \\ \left. e^{-jkR_n} - (\hat{i}_{s_n} \cdot \hat{i}_{R_{n+1}}) e^{-jkR_{n+1}} \} \hat{i}_{\rho_n} \right. \\ \left. + \frac{j30 I_n}{\sin kd_{n-1}} \left(\frac{e^{-jkR_{n-1}}}{R_{n-1}} - \cos kd_{n-1} \frac{e^{-jkR_n}}{R_n} \right) \hat{i}_{s_{n-1}} \right. \\ \left. + \frac{j30 I_n}{\sin kd_n} \left(\frac{e^{-jkR_{n+1}}}{R_{n+1}} - \cos kd_n \frac{e^{-jkR_n}}{R_n} \right) \hat{i}_{s_n} \right] \quad (8)$$

여기서, $\hat{i}_{R_{n-1}}, \hat{i}_{R_n}, \hat{i}_{R_{n+1}}$ 은 그림 3의 R_{n-1}, R_n, R_{n+1} 방향의 단위벡터이다. 식 (8)을 $E_s^i = \sum_{n=1}^{M \times N} I_n F_n$ 이라 하고 Testing Function을 식 (6)과 동일하게 선정하여 내적을 취하면 다음과 같은 행렬방정식으로 나타낼 수 있다.

$$[Z_{mn}] [I_n] = [V_m] \quad (m, n = 1, 2, 3, \dots, M \times N) \quad (9)$$

여기서, $[Z_{mn}]$ 은 임피던스 행렬, $[V_m]$ 은 전압행렬로

$$Z_{mn} = \int_0^{d_{m-1}} \frac{\sin ks_{m-1}}{\sin kd_{m-1}} \hat{i}_{s_{m-1}} \cdot F_n ds_{m-1} \\ + \int_0^{d_m} \frac{\sin k(d_m - s_m)}{\sin kd_m} \hat{i}_{s_m} \cdot F_n ds_m \quad (10)$$

$$V_m = \int_0^{d_{m-1}} \frac{\sin ks_{m-1}}{\sin kd_{m-1}} \hat{i}_{s_{m-1}} \cdot E_s^i ds_{m-1} \\ + \int_0^{d_m} \frac{\sin k(d_m - s_m)}{\sin kd_m} \hat{i}_{s_m} \cdot E_s^i ds_m \quad (11)$$

이다. 모멘트법을 적용하여 구한 LPBDA의 전류분포는 다음과 같은 행렬방정식으로 나타낼 수 있다.

$$[I_m] = [Z_{mn}]^{-1} [V_n] = [Y_{mn}] [V_n]$$

$$m, n = 1, 2, \dots, M \times N \quad (12)$$

여기서, $[Y_{mn}]$ 은 $M \times N$ 개의 미소 다이폴에 대한 어드미턴스 행렬이다. $[Y_A]$ 는 $[Y_{mn}]$ 에서 각 벤트

다이폴 소자들의 급진점 위치의 미소 다이폴 소자들 사이의 어드미턴스 행렬이다. 따라서 $[Y_{mn}]$ 으로부터 $[Y_A]$ 를 구성한 후 식 (5)로부터 $[V_A]$ 를 구한다. 또한 LPBDA의 입력임피던스 Z_{in} 는 다음 식으로부터 구해진다.

$$Z_{in} = \frac{V_{AN}}{I_s} \quad (13)$$

LPBDA의 전류분포는 $[V_A]$ 의 원소를 $[V_n]$ 의 원소 중 해당되는 원소로 사용하고 나머지는 0으로 한 후 식 (12)의 해를 구하여 far-field의 복사전계를 구한다. LPBDA의 소자에 흐르는 전류 $I(s')$ 에 대한 복사전계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_\theta = -\frac{jk\eta}{4\pi r} e^{-jkr} \int_s I(s') (s'_x \cos \theta \cos \phi + s'_y \cos \theta \sin \phi - s'_z \sin \theta) \cdot e^{jk(x' \sin \theta \cos \phi + y' \sin \theta \sin \phi + z' \cos \theta)} ds' \quad (14)$$

$$E_\phi = -\frac{jk\eta}{4\pi r} e^{-jkr} \int_s I(s') (-s'_x \sin \phi + s'_y \cos \phi) \cdot e^{jk(x' \sin \theta \cos \phi + y' \sin \theta \sin \phi + z' \cos \theta)} ds' \quad (15)$$

여기서 x', y', z' 는 source 점 s' 의 위치를 나타내고 s'_x, s'_y, s'_z 는 source 점에서 전류방향에 대한 단위 벡터의 성분이다. η 는 자유공간의 파동임피던스로 120π 이고, k 는 전파상수로 $2\pi/\lambda$ 이다. 식 (14)와 식 (15)에 식 (6)을 대입하여 정리하면 다음과 같이 된다.

$$E_\theta = -\frac{jk\eta}{4\pi r} e^{-jkr} \sum_{n=1}^{M \times N} I_n \left\{ \int_0^{d_n} \frac{\sin k(d_n - s'_n)}{\sin kd_n} \cdot (s'_{xn} \cos \theta \cos \phi + s'_{yn} \cos \theta \sin \phi - s'_{zn} \sin \theta) \cdot e^{jk(x'_n \sin \theta \cos \phi + y'_n \sin \theta \sin \phi + z'_n \cos \theta)} ds'_n + \int_0^{d_{n-1}} \frac{\sin ks'_{n-1}}{\sin kd_{n-1}} (s'_{xn-1} \cos \theta \cos \phi + s'_{yn-1} \cos \theta \sin \phi - s'_{zn-1} \sin \theta) \cdot e^{jk(x'_{n-1} \cos \theta \cos \phi + y'_{n-1} \sin \theta \sin \phi + z'_{n-1} \cos \theta)} ds'_{n-1} \right\} \quad (16)$$

$$E_\phi = -\frac{jk\eta}{4\pi r} e^{-jkr} \sum_{n=1}^{M \times N} I_n \left\{ \int_0^{d_n} \frac{\sin k(d_n - s'_n)}{\sin kd_n} \cdot (-s'_{xn} \sin \phi + s'_{yn} \cos \phi) \right.$$

$$\cdot e^{jk(x'_n \sin \theta \cos \phi + y'_n \sin \theta \sin \phi + z'_n \cos \theta)} ds'_n + \int_0^{d_{n-1}} \frac{\sin ks'_{n-1}}{\sin kd_{n-1}} (-s'_{xn-1} \sin \phi + s'_{yn-1} \cos \phi) \cdot e^{jk(x'_{n-1} \sin \theta \cos \phi + y'_{n-1} \sin \theta \sin \phi + z'_{n-1} \cos \theta)} ds'_{n-1} \left. \right\} \quad (17)$$

여기서, $s'_{xn}, s'_{yn}, s'_{zn}$ 은 n 번째 분할점을 원점으로 하는 좌표계에서 source 점으로 향하는 단위벡터 성분, x'_n, y'_n, z'_n 은 좌표중심에서 n 번째 미소 다이폴의 source 점의 위치이다. 또한 안테나 전력이득은 다음 식으로부터 구해진다.

$$G(\theta, \phi) = \frac{4\pi r^2}{\eta} \frac{|E_\theta|^2 + |E_\phi|^2}{Re\{V_{AN} I_s^*\}} \quad (18)$$

III. 계산결과 및 검토

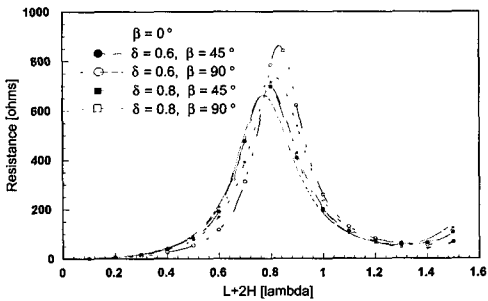
여기서는 LPBDA에서 소자의 굵은 각과 수직소자의 길이에 따른 복사특성이 LPDA에 비하여 어느 정도 변화하는지 확인하기 위하여 대수주기비 $\tau = 0.88$, 간격정수 $\sigma = 0.15$ 의 구조 파라미터를 설정하여 복사특성을 계산하여 서로 비교·검토한다. 표 1은 LPBDA의 구조 파라미터이다.

3-1 입력특성

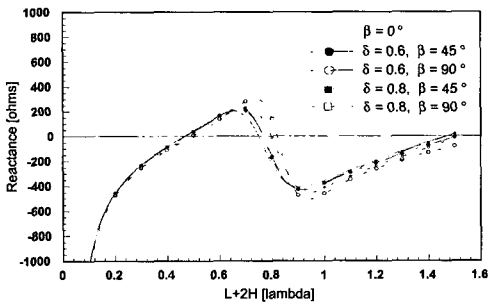
그림 4는 벤트 다이폴 소자의 굵은각 β 소자 전체 길이 대 수직부분의 길이비 δ 와 길이에 따라 계산된 입력임피던스이다. 임피던스 계산시 소자반경은 $(L+2H)/a=100$ 이며 그림에서 $\beta=0^\circ$ 는 다이폴안테나를 나타낸다. 그림 4에서 벤트 다이폴의 공진 길이는 β 와 δ 에 따라 다소 차이가 있으나 다이폴

표 1. LPBDA의 구조 파라미터
Table 1. Parameter of LPBDA.

구 분	LPBDA-A	LPBDA-B
f_L	1,000 MHz	
f_U	3,000 MHz	
τ	0.88	
σ	0.15	
$(L_k + 2H_k)/a_k$	50	
$\delta = L_k / (L_k + 2H_k)$	0.6	0.8
β	0, 45, 90°	
Z_r	OPEN	



(a) R



(b) X

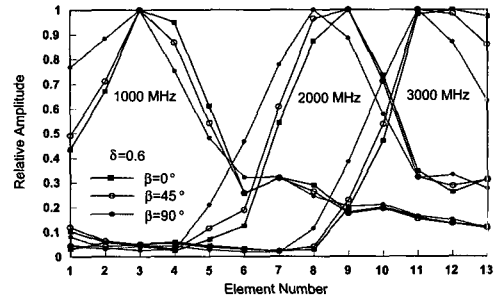
그림 4. 벤트 다이폴의 입력임피던스
Fig. 4. Input impedance of bent dipole.

안테나와 유사하게 소자의 전체 길이 $L+2H$ 가 반파장 근처에서 일어나는 것을 알 수 있다. 이로부터 LPDA의 소자로서 다이폴 대신에 벤트 다이폴을 사용할 경우 안테나 특성에 큰 변화 없이 안테나의 폭을 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

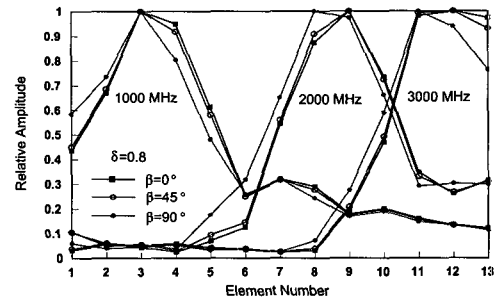
그림 5는 표 1의 LPBDA의 구조 파라미터를 갖는 설계된 LPBDA에 대하여 급전점에서의 전류분포를 나타내고 있다. 설계된 LPBDA의 소자 수는 13 개이다. 그림에서 $\delta=0.6$ 인 경우나 $\delta=0.8$ 인 경우나 모두 주파수가 증가함에 따라 활성영역(active region)이 짧은 소자 쪽으로 이동하고 있음을 확인할 수 있다.

그림 6은 주파수 2000 MHz에서 선로의 특성임피던스를 50 Ω 에서 300 Ω 까지 변화시키면서 계산한 LPDA와 LPBDA의 VSWR을 나타낸다. 그림에서 VSWR이 1.5 이하를 만족하는 특성임피던스 범위는 LPDA, LPBDA가 비슷하며, 그 범위 내에서 선로의 특성임피던스는 자유롭게 선정할 수 있으나 평행 2선식 선로의 제작도 고려하여 선정하여야 한다.

그림 7은 선로의 특성임피던스가 100 Ω 일 때 주파수에 따른 VSWR의 변화를 나타낸다. 그림에서

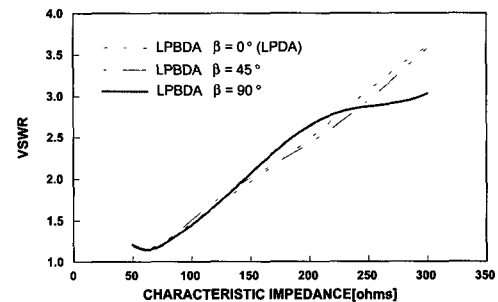


(a) $\delta=0.6$

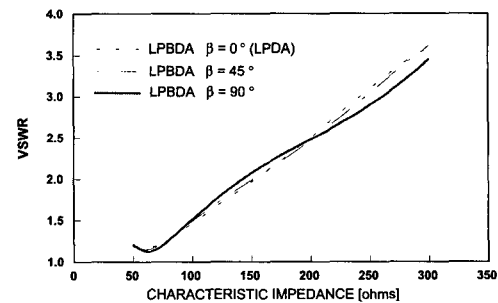


(b) $\delta=0.8$

그림 5. LPBDA의 급전점에서의 전류분포
Fig. 5. Base current of LPBDA.



(a) $\delta=0.6$



(b) $\delta=0.8$

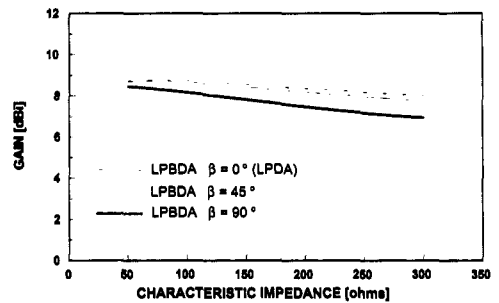
그림 6. Z_0 에 대한 VSWR 변화
Fig. 6. Variation of VSWR with Z_0 .

LPBDA와 LPDA 모두 주파수 변화에 따라 VSWR의 변화가 작고 전 대역에 걸쳐 2 이하로 나타나고 있고, LPBDA와 LPDA의 VSWR 특성의 차이가 크지 않음을 알 수 있다.

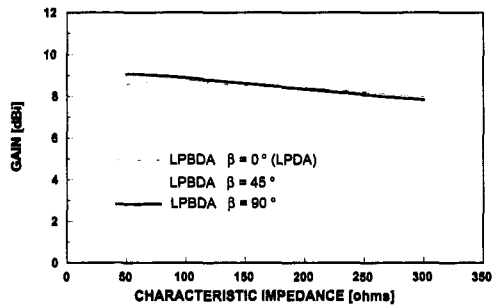
3-2 이득 및 지향특성

그림 8은 전송선로의 특성임피던스 Z_0 의 변화에 따른 안테나의 전력이득을 계산한 것이다. 특성임피던스가 증가할수록 안테나 이득이 감소함을 알 수 있다. 그림 9는 특성임피던스가 100 Ω 일 때 주파수 변화에 따른 전력이득의 변화를 나타내고 있다. $\delta = 0.6$ 일 때는 LPBDA $\beta = 90^\circ$ 일 때의 이득이 가장 낮게 나타나고, $\delta = 0.8$ 일 때는 LPBDA $\beta = 90^\circ$ 일 때가 이득이 가장 높게 나타난다. $\beta = 45^\circ$ 일 경우에는 δ 가 0.6일 때와 0.8일 때에 LPDA와 거의 차이가 없다.

그림 10, 11, 12는 각각 LPDA와 $\delta = 0.8$ 일 때 LPBDA($\beta = 45^\circ$), LPBDA($\beta = 90^\circ$)의 복사패턴을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 LPDA와 LPBDA의 복사패턴에 거의 차이가 없다.



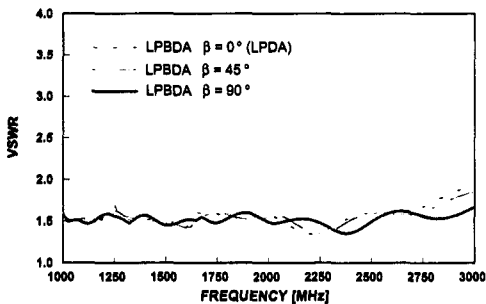
(a) $\delta = 0.6$



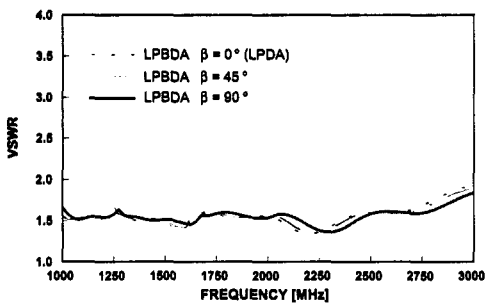
(b) $\delta = 0.8$

그림 8. Z_0 에 대한 전력이득 변화

Fig. 8. Variation of power gain with Z_0 .



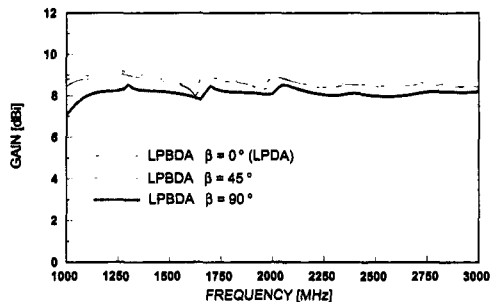
(a) $\delta = 0.6$



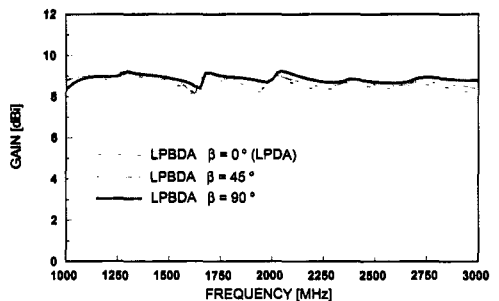
(b) $\delta = 0.8$

그림 7. VSWR의 주파수특성($Z_0 = 100 \Omega$)

Fig. 7. VSWR versus frequency($Z_0 = 100 \Omega$).



(a) $\delta = 0.6$



(b) $\delta = 0.8$

그림 9. 전력이득의 주파수 특성

Fig. 9. Power gain versus frequency.

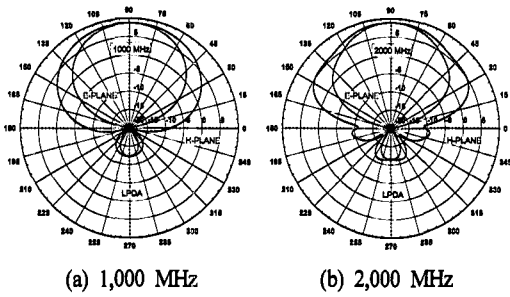


그림 10. LPDA의 복사패턴
Fig. 10. Radiation pattern of LPDA.

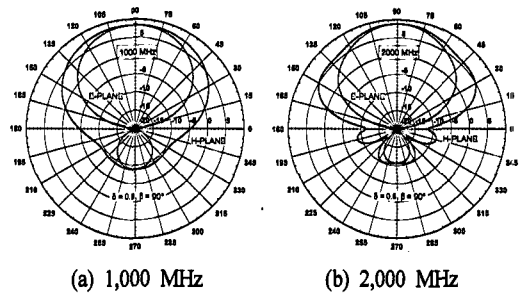
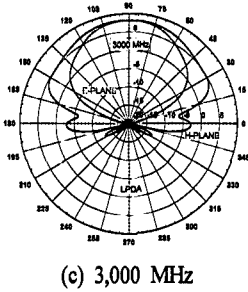
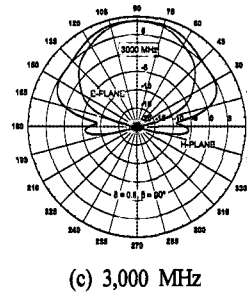


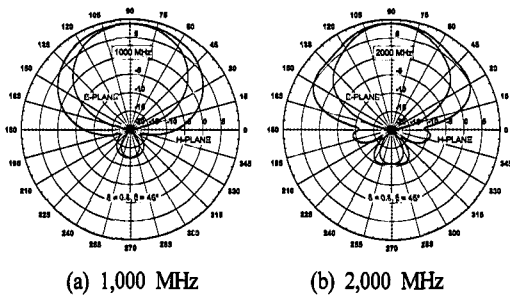
그림 12. LPBDA의 복사패턴($\delta = 0.8, \beta = 90^\circ$)
Fig. 12. Radiation pattern of LPBDA($\delta = 0.8, \beta = 90^\circ$).



(c) 3,000 MHz

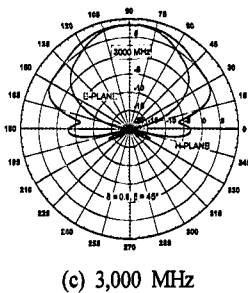


(c) 3,000 MHz



(a) 1,000 MHz

(b) 2,000 MHz



(c) 3,000 MHz

그림 11. LPBDA의 복사패턴($\delta = 0.8, \beta = 45^\circ$)
Fig. 11. Radiation pattern of LPBDA($\delta = 0.8, \beta = 45^\circ$).

3-3 시작안테나의 복사특성

그림 13은 $Z_0 = 100 \Omega$, $\delta = 0.8, \beta = 90^\circ$ 인 LPBDA

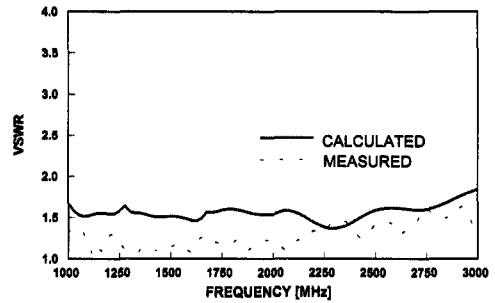


그림 13. 주파수에 따른 VSWR
Fig. 13. VSWR versus frequency.

의 주파수에 따른 VSWR 특성 측정치이다. 그림에서 보이듯 계산된 값과 측정된 VSWR은 비슷한 경향성을 갖고 있음을 알 수 있다.

그림 14는 측정된 복사패턴이다. 그림에서 알 수 있듯이 제작된 LPBDA의 복사패턴은 1 GHz에서 후방로브가 조금 커졌고 2 GHz에서는 약간 줄어들었고 이득은 약간 증가한 것을 볼 수 있다. 3 GHz에서는 이득이 1 dB 가량 감소하고 빔폭이 조금 줄어들었으나 그 복사패턴의 형상이 계산값과 거의 같음을 확인할 수 있다. 그림 15는 시작안테나의 외관으로서 동판을 사용하여 제작되었다.

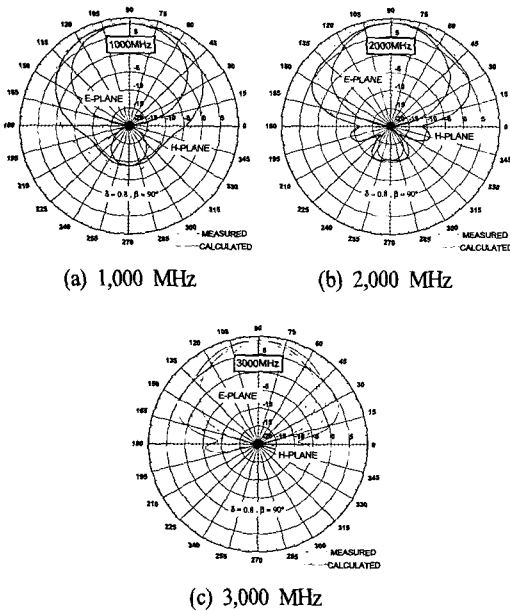


그림 14. 시작안테나의 복사패턴
Fig. 14. Measured pattern of experimental antenna.

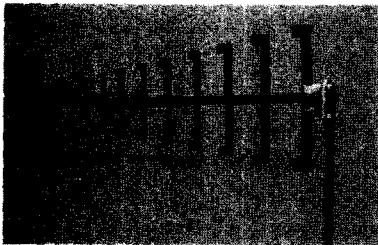


그림 15. 대수주기 밴드 다이폴 안테나
Fig. 15. LPBDA.

IV. 결 론

LPDA에서 크기를 감소시키면 그에 따른 대역폭의 제한이 따르게 된다. 본 논문에서는 복사특의 큰 변화 없이 LPDA의 크기를 감소시키는 방법으로 밴드 다이폴 소자를 사용한 대수주기 밴드 다이폴 안테나를 제안하고 복사특성을 해석하여 LPDA와 비교하였다. 그 결과 본 논문에서 제안한 LPBDA가 다이폴 소자의 길이가 약 20 % 정도 짧아졌음에도

LPDA와 복사특성이 유사하게 나타남을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] Y. T. Lo, S. W. Lee, *Antenna Handbook*, ch. 9, Van Nostrand Reinhold, New York, 1988.
- [2] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, ch. 10, John Wiley & Sons, New York, 1982.
- [3] R. Carrel, "An analysis of the log-periodic dipole antenna", *10th Annual Symposium on the USAF Antenna R & D Program*, Oct. 1960.
- [4] G. De Vito, G. B. Stracca, "Comment on the design of the log-periodic dipole antennas", *IEEE Trans. Antenna Propagat.*, vol. AP-21, pp. 303-308, May 1973.
- [5] J. S. Chatterjee, M. N. Roy, "Helical log-periodic array", *IEEE Trans. Antenna Propagat.*, vol. AP-16, pp. 592-593, Sep. 1968.
- [6] B. Rojarayanont, T. Sekiguchi, "A study on log-periodic loop antennas", *Trans. IECE Japan*, J60-B, pp. 583-589, 1977.
- [7] K. K. Chen, P. Silvester, "Analysis of log-periodic V-dipole antenna", *IEEE Trans. Antenna Propagat.*, vol. AP-23, pp. 397-401, May 1975.
- [8] H. K. Choi, "Analysis and Characteristics of Log-Periodic X Dipole Antennas", *J. KEES*, vol. 10, no. 3, pp. 329-339, Jun. 1999.
- [9] H. K. Choi, "Analysis of Log-Periodic Dipole Antennas above Lossy Grounds", *J. KEES*, vol. 10, no. 1, pp. 109-121, Feb. 1999.
- [10] W. A. Imbriale, "Application of the method of moments to thin-wire elements and arrays", *ch. 2 in Numerical and Asymptotic Techniques in Electromagnetics*, Springer-Verlag, New York, 1975.
- [11] W. L. Stutzman, G. A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, John Wiley & Sons Inc., New York, pp. 345-349, 1981.

최 학 근



1979년 2월: 고려대학교 전자공학과 (공학사)
1981년 2월: 고려대학교 전자공학과 (공학석사)
1988년 8월: 고려대학교 전자공학과 (공학박사)
1991년 3월~현재: 단국대학교 전

자컴퓨터학부 교수

1989년 3월~현재: (주)하이게인 안테나 기술고문
[주 관심분야] 안테나 및 전파전파, 마이크로파회로

임 성 빈

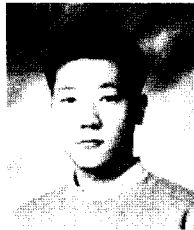


1988년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
1993년 8월: 단국대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
1998년 3월~현재: 단국대학교 대학원 전자공학과 박사과정
1994년 3월~현재: 한국항공우주연

구원 선임연구원

[주 관심분야] 안테나 및 전파전파, 마이크로파회로

김 선 표



2002년 2월: 단국대학교 전자공학과 (공학사)
2002년 3월~현재: 단국대학교 대학원 전자공학과 석사과정
2002년 2월~현재: (주)하이게인 안테나 연구원

[주 관심분야] 안테나 및 전파전파, 마이크로파회로