

주파수 전환식 헤리컬 안테나의 설계

황재호*

*경주대학교

A Design of Frequency Switching Helical Antenna

Jae-Ho Hwang*

*Gyeongju University

E-mail : jhhwang@gnu.ac.kr

요 약

VHF대의 휴대무선 단말기에 사용되는 안테나에 있어 슬리브를 장착한 헤리컬 안테나를 사용하면 인체의 영향을 줄 일수 있으나, 통신에 필요한 충분한 대역을 확보하기가 어렵다. 본 논문에서는 이와 같은 헤리컬 안테나를 실용화 하기위해 임피던스특성이 각기 다른 두 개의 주파수를 사용할 수 있도록 주파수전환 회로를 설계, 장착하여 송수신 주파수를 달리하는 용도의 안테나에 있어 그 특성을 개선하는 방법을 제안 하고 있다.

ABSTRACT

VHF helical antenna with sleeve is vary effective for reduce hand effect, but usually helical antenna has a small bandwidth. It is not sufficient for receive and transmission of signals. The paper deals with the application of these helical antenna. And we propose the design of frequency switching circuit for using helical antenna with sleeve.

키워드

VHF, 헤리컬 안테나, 슬리브, 주파수전환회로, 임피던스

I. 서 론

최근 디지털 멀티미디어 방송을 비롯하여 VHF 대역에 대한 관심이 커지고 있음에 따라 이에 사용되는 안테나에 대한 연구개발이 활발해지고 있다. 특히 단말기의 복잡, 소형화가 요구되는 가운데 사용되는 안테나에 있어서도 광대역 또는 다중대역에 관해 보고된 연구들이 다시 주목을 받고있다. [1]-[3] 종래의 VHF대역 휴대무선 단말기에 사용한 안테나의 인체영향을 줄이기 위한 방법으로 안테나의 급전부에 코일과 슬리브를 장착하면 인체의 영향을 줄일 뿐 아니라 어느 정도의 대역을 확보할 수 있었다. [4][5]

그러나 이들 연구에서는 다이폴안테나를 기본

적으로 취급하고 있어 안테나의 길이가 길다는 단점이 있다. 이에 안테나를 보다 소형화하기 위해서는 헤리컬 안테나 구조가 적합하나 헤리컬의 경우 슬리브를 장착하게 되면 대역확보가 어렵다는 단점이 있다.

표1은 1/2파장 모노폴 안테나와 헤리컬 안테나에 원통형 슬리브를 장착한 경우의 대역특성을 나타내고 있다. 인체의 영향을 고려하거나 그렇지 않은 경우 모두 헤리컬 안테나에 비해 모노폴의 대역폭이 약4배 이상이 됨을 알 수 있었다.[5]

본 논문에서는 이와 같이 대역이 협소한 헤리컬 안테나를 실용화 하기위해 임피던스특성이 각기 다른 두 개의 주파수를 사용할 수 있도록 주파수전환 회로를 설계, 장착하여 송수신 주파수를 달리하는 용도의 안테나에 있어 그 특성을 개선

하는 방법을 제안하고 실측을 통해 타당성을 검토한다.

표1. 모노폴과 헤리컬의 대역 비교

안테나 종류	1/2모노폴	헤리컬
대역폭 [MHz](without hand)	12.5	2.5
대역폭 [MHz](with hand)	11	2.5

II. 원통 슬리브장하 헤리컬 안테나

VHF 헤리컬 안테나의 경우 공진주파수에서의 입력임피던스 값이 매우크기 때문에 적절한 임피던스 정합 특성을 얻기 위해서는 안테나의 1점 또는 여러 지점에 인덕턴스 등을 장하하거나 급전부에 슬리브(sleeve)를 장착하는 구조를 취한다.[5] 그림1은 VHF용 단말기 및 안테나의 구조를 나타내고 있다. 헤리컬 안테나의 하단에 코일을 장하하였고, 코일 외부에 원통형 슬리브를 장착하였다. 여기서 단말기의 크기는 사용주파수의 파장보다 작은 150×75 mm 이다.

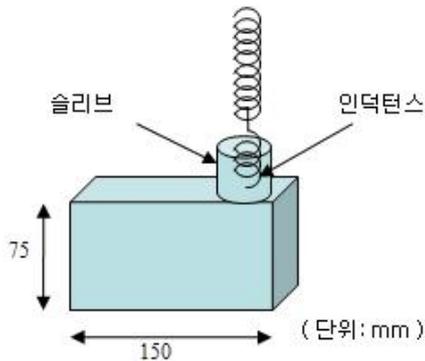


그림 1. 헤리컬 안테나 장착 단말기 구조

헤리컬 안테나의 전체길이는 320 mm, 직경이 10 mm, 64 turn 이며, 급전부에는 직경이 10 mm, 길이가 25 mm, 14 turn의 코일이 장하되고 그 외부에는 높이가 10 mm인 원통 슬리브가 장착되어 있다.

그림2는 이와 같은 헤리컬 안테나의 VSWR특성을 나타내고 있다.

VHF대역인 150 MHz부근에 공진이 나타나 있지만 VSWR이 2이하가 되는 유효대역폭은 약 2 MHz 정도로 매우 협소함을 알 수 있다. 그러나 코일과 슬리브를 장착함으로써 단말기의 몸체를 손으로 잡았을 경우의 손의 영향은 최소화 할 수 있음을 알 수 있다.

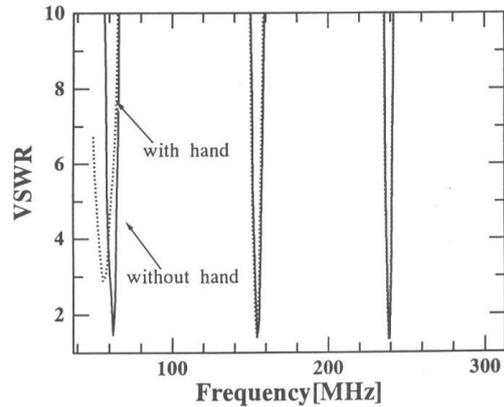


그림 2. 헤리컬 안테나의 VSWR특성

III. 송·수신전환 헤리컬 안테나 설계

그림2의 VSWR특성에서 알 수 있듯이 헤리컬 안테나를 사용하는 경우 송신과 수신을 동시에 해결하기에는 대역폭이 너무 작음을 알 수 있었다. 그래서 이와 같은 특성을 갖는 안테나를 사용하는 방법으로 송신과 수신에 있어 주파수를 전환하는 방법을 제안한다.

그림3은 공진주파수를 전환하기 위한 회로를 나타내고 있다.

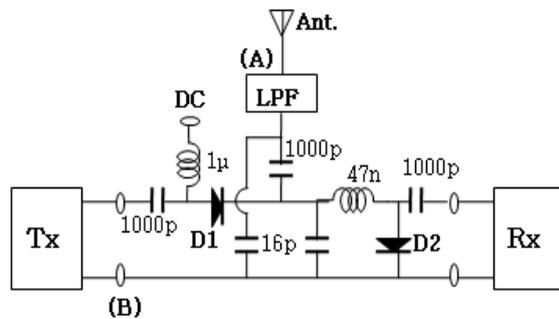


그림 3. 송·수신 주파수전환 회로

그림3의 회로는 DC을 인가하지 않을 경우 스위칭다이오드 D1, D2가 동작하지 않게 되어 안테나에서 받은 신호는 수신 단으로 전달되고, DC을 인가하면 D1, D2가 ON이 되어 송신단의 신호를 안테나로 전달하게 된다.

효율적인 임피던스 정합을 위해 DC전원을 인가하지 않은 상태에서 측정점(A)에서의 입력임피던스를 측정된 결과 $Z_{in}=37.9+j48.9[\Omega]$ 이며, DC전원을 인가한 상태에서 측정점(A)에서의 입력임피던스는 거의 $50[\Omega]$ 에 가깝게 나타났다. 따라서 안테나의 특성측정에 있어 송신과 수신 임피던스는 각각은 $50[\Omega]$ 과 $37.9+j48.9[\Omega]$ 로 하여 측정한다.

(1)수신 안테나 측정

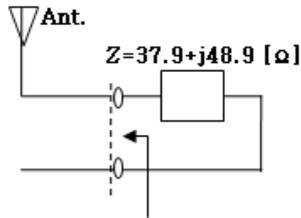


그림 4. 수신시의 등가회로

수신시에는 그림3의 회로에서 다이오드 D1이 높은 용량의 리액턴스로 되기 때문에 송신회로는 개방(open)으로 볼 수 있어 수신시의 안테나를 포함한 스위칭 회로는 등가적으로 그림4와 같이 나타낼 수 있다.

그림5와 그림6은 각각 수신시의 스미스차트 특성과 VSWR특성을 측정한 결과를 나타내고 있다. 수신회로와의 정합을 위해 공진주파수(137.5 MHz)의 입력임피던스를 그림5의 결과를 참조하여 설정하였으며 이때 VSWR특성은 그림6과 같이 나타났다.

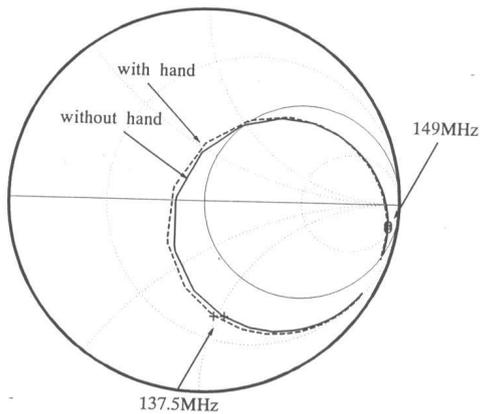


그림 5. 안테나(수신)의 스미스차트 특성

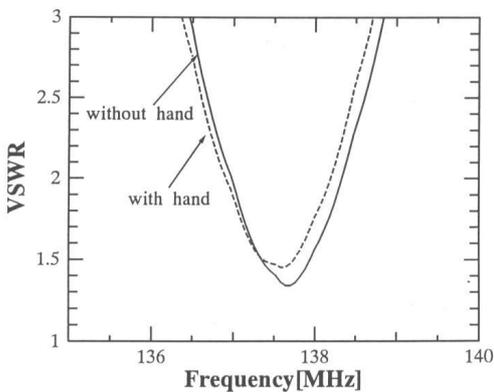


그림 6. 안테나(수신)의 VSWR특성

(2)송신 안테나 측정

다음은 송신에 대해 살펴본다. 여기서는 안테나에 대해 캐패시터는 병렬로 연결하고, 인덕터는 직렬로 연결하는 L형 정합회로를 추가로 구성하여 송신 시 중심 주파수를 높인다. 회로의 특성 임피던스를 50 [Ω]으로 정합하려면 병렬 캐패시터와 직렬 인덕터의 용량은 각각 2.183 pF 와 0.328 μH 이 된다. 한편 그림3의 회로는 송신의 경우, 전압을 DC전원 단자에 인가하면 두 개의 다이오드(D1, D2)는 ON상태가 되며, 다이오드 D1은 낮은 임피던스로 되어 안테나에 신호를 전달하고, 다이오드 D2는 수신 입력단을 단락(short)시켜 등가적으로 λ/4 떨어진 안테나 단자는 open으로 된다. 따라서 송신시의 안테나를 포함한 스위칭 회로는 등가적으로 그림4와 같이 나타낼 수 있다.

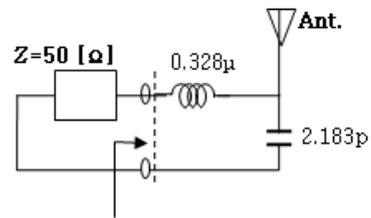


그림 7. 송신시의 등가회로

그림8과 그림9는 각각 송신시의 스미스차트 특성과 VSWR특성을 측정한 결과를 나타내고 있다. 공진주파수 149 MHz에서의 입력임피던스는 50 [Ω]으로 송신회로와 정합이 잘되어진다. 이 경우 임피던스정합이 우수하여 그림9의 VSWR특성 이 매우 좋게 나타났다.

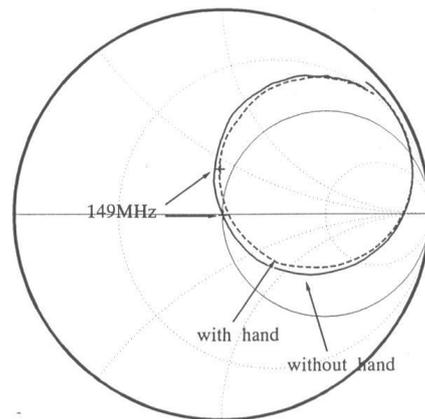


그림 8. 안테나(송신)의 스미스차트 특성

따라서 송신 시에는 충분한 대역은 확보할 수 있었으나 단말기를 손으로 잡았을 경우 중심주파수

가 약 1 MHz 정도 낮아지는 현상이 발생하였다.

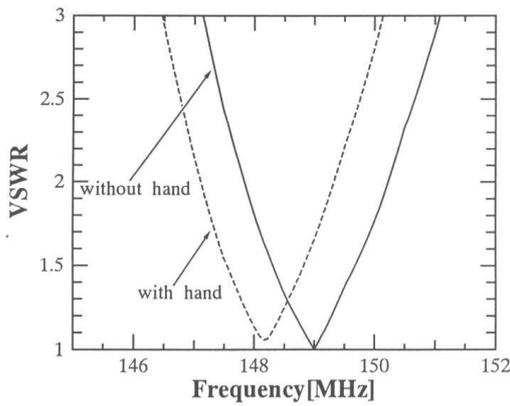


그림 9. 안테나(송신)의 VSWR특성

다음은 정합회로의 시정수 값을 바꿔 임피던스, $Z=17.9+j0.67[\Omega]$ 로 했을 경우의 특성을 살펴보았다. 이때 사용한 캐패시터와 인덕터의 용량은 각각 4.505 pF 와 0.198 μH 이다.

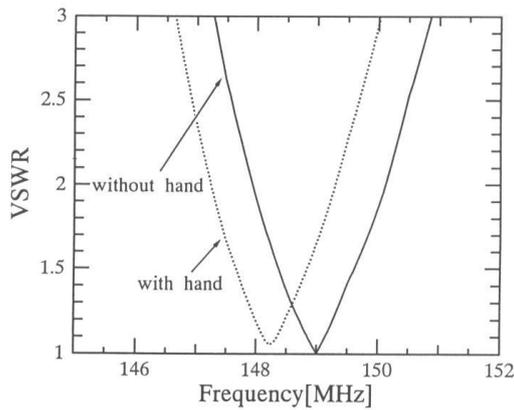


그림 10. 안테나(송신)의 VSWR특성
($Z=Z=17.9+j0.67[\Omega]$ 인 경우)

그림10은 임피던스를 달리한 송신시의 VSWR 특성을 측정 한 결과를 나타내고 있다. 임피던스를 바꾸기 이전의 상태와 마찬가지로 VSWR특성은 매우 좋게 나타났지만 손의 영향은 거의 비슷하게 나타났다.

IV. 결 론

본 논문은 인체의 영향을 줄이는 대책으로 안테나의 급전부에 슬리브를 장착한 헬리컬 안테나의 협소한 대역특성을 실용화 하는 방법의 하나로 송수신을 전환하는 스위칭회로를 설계하여 그 특성을 검토하였다. 특히 송·수신을 전환하는 방

법으로는 임피던스특성이 각기 다른 두 개의 주파수를 사용할 수 있도록 주파수전환 회로를 설계하였고 이를 장착하였을 경우의 안테나 특성을 확인 하였다. 수신 시의 특성은 인체의 영향이 거의 없이 나타났고, 송신 시는 인체의 영향으로 중심주파수간 약간 변화하였으나 대역특성이 좋으므로 실제 사용하는 데는 무리가 없을 것으로 여겨진다.

참고문헌

- [1] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1982
- [2] J. D. Kraus, *Antennas*, McGraw Hill, 1988.
- [3] IEICE, *Antenna Engineering Handbook*, Ohm, 1980.
- [4] Shawn D. Rogers, Chalmers M. Butler; The sleeve-cage monopole and sleeve helix for wideband operation, 1999 IEEE Int. Antennas Propagat. Symp. Dig. vol. 37, pp. 1308 - 1311, June 1999.
- [5] 황재호, "VHF용 안테나의 특성개선", 한국해양정보통신학회 2008년 추계학술대회, pp. 636-639, 2008년 10월
- [6] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, Addison Wesley, 1990.